Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat

M2 dynamique du climat

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/
https://master-soac-toulouse.obs-mip.fr/

2026 / 2027

20 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3
Mention Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat 3
Compétences de la mention 3
Parcours 3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 dynamique du climat 3
RUBRIQUE CONTACTS 5
CONTACTS PARCOURS 5
CONTACTS MENTION 5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Physique 5
Tableau Synthétique des UE de la formation 6
LISTE DES UE 9
GLOSSAIRE 52
TERMES GÉNÉRAUX 52
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 52
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 53

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION SCIENCES DE L'OCÉAN, DE L'ATMOSPHÈRE ET DU CLIMAT

Le parcours M2 SOAC Dynamique du Climat a pour vocation de former des spécialistes des techniques et méthodologies développées en météorologie, en océanographie et dans les sciences du climat. Il est plus axé sur la formation de spécialistes des processus physiques intervenant dans l'atmosphère, dans l'océan et aux interfaces avec la surface continentale, ainsi que des experts en questions climatiques, questions au centre de nombreuses préoccupations sociétales mais également industrielles et économiques.
La formation propose d'une part des enseignements théoriques dispensés par des chercheurs spécialistes des diverses thématiques, des enseignements pratiques utilisant des moyens de recherche (installations hydrauliques, mesures aéroportées), et des stages dans les divers laboratoires de recherche en soutien, et d'autre part des modules axés sur les compétences professionnelles et le monde de l'entreprise. Par ailleurs, le stage constituant le second semestre pourra indifféremment être réalisé en laboratoire de recherche ou en entreprise.

COMPÉTENCES DE LA MENTION

-Exercer une **veille scientifique et technique** dans le domaine du **climat et de l'environnement** en analysant des publications pertinentes.
-Élaborer un **diagnostic climatique ou environnemental** en exploitant diverses sources de données et des connaissances théoriques et pratiques.
-Construire une démarche scientifique relative aux domaines du **climat et de l'environnement** en faisant preuve d'esprit critique.
-Simuler et analyser les **interactions entre atmosphère, océan et surfaces continentales** en mettant en œuvre les **méthodologies numériques ou expérimentales** appropriées.
-Identifier les **questions scientifiques ou techniques émergentes** dans le domaine de la météorologie, de l'océanographie et du climat, et y répondre en mettant en œuvre des méthodologies numériques et instrumentales innovantes.
-Répondre aux demandes sociétales liées au changement et à la variabilité climatique sur la base de simulations, d'observations, en développant les outils d'aide à la décision

PARCOURS

Le parcours Dynamique du Climat a deux vocations : (i) préparer les étudiants/élèves à l'entrée dans le monde de la recherche en visant une admission en doctorat dans le domaine de l'atmosphère, de l'océan et du climat, et (ii) favoriser une insertion professionnelle dans le monde industriel dès l'obtention du diplôme de Master. Pour cela, la formation propose d'une part des enseignements théoriques dispensés par des chercheurs spécialistes des divers thématiques, des enseignements pratiques utilisant des moyens de recherche, et des stages dans les divers laboratoires de recherche en soutien, et d'autre part des modules axés sur les compétences professionnelles et le monde de l'entreprise.
Ce parcours a pour vocation de former des spécialistes des techniques et méthodologies développées en météorologie, en océanographie et dans les sciences du climat. Il est plus axé sur la formation de spécialistes des processus physiques intervenant dans l'atmosphère, dans l'océan et aux interfaces avec la surface continentale, ainsi que des experts en questions climatiques.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 DYNAMIQUE DU CLIMAT

Chaque semestre correspond à 30 ECTS pour un total annuel de 60 ECTS, le second semestre étant totalement consacré au stage. Le stage pourra indifféremment être réalisé en laboratoire de recherche ou en entreprise.

L'ensemble des enseignements ont lieu sur le site de l'Ecole Nationale de la Météorologie.
Chaque module du premier semestre est composé d'une partie théorique et d'une partie application permettant d'aborder des outils de modélisation ou d'expérimentation.
Le module GEOPHYSIQUE permet d'aborder de façon théorique, pratique et modélisée la dynamique et la physique des fluides géophysiques.
Le module PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES permet de cerner le rôle majeur des processus chimiques et biogéochimiques au sein des grands cycles influant le climat.
Les modules ATMOSPHERE et OCEAN sont destinés à présenter et comprendre le fonctionnement de deux éléments fondamentaux du système climatique.
Le module CLIMAT ET RISQUES permet d'aborder la complexité du système climatique, ses réponses en terme d'évènements ecxtrêmes et risques associés, ainsi que sa variabilité en lien avec quelques éléments clés.
Le module OUTILS propose notamment un cours de présentation des modèles numériques atmosphériques et océaniques qui apportera à l'étudiant/élève la culture des outils de modélisation utilisés dans les communautés nationale et internationale. Ce cours sera complété par une présentation, d'une part, des observations satellitaires disponibles et couramment utilisées dans de nombreux domaines, d'autre part, des observations hyperspectrales associées aux connaissances théoriques de transfert radiatif et rayonnement. La science des données inhérentes aux domaines d'études sera aussi abordée tant d'un point de vue de l'assimilation que de la démarche d'intelligence artificielle.
Le module COMPETENCES réunit les connaissances indispensables sur l'entreprise et le monde professionnel
La mention SOAC participe au programme Master de l'EUR TESS [https://tess.omp.eu/], dont l'objectif est d'offrir aux étudiants les plus motivés un enseignement pluri-disciplinaire leur permettant d'aller au delà de leur spécialité dans le domaine des Sciences de l'Espace et de la Terre.
Ainsi, les étudiants recrutés sur le programme de TESS suivront un programme d'étude renforcé, répartis sur les deux années de Master et valorisé par 30 ECTS supplémentaires ajoutés au diplôme. Les étudiants sélectionnés bénéficieront en outre d'un soutien financier pour leur mobilité vers Toulouse ainsi que de financements de stages et de bourses pour effectuer ces stages à l'étranger. Les candidats qui souhaitent intégrer le programme TESS sont invités à soumettre leur candidature sur le site de l'EUR en joignant une lettre de motivation.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 DYNAMIQUE DU CLIMAT

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION SCIENCES DE L'OCÉAN, DE L'ATMOSPHÈRE ET DU CLIMAT

LAMBERT Dominique
Email : dominique.lambert@utoulouse.fr

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

BATTESTI Rémy
Email : remy.battesti@univ-tlse3.fr Téléphone : 05 62 17 29 77

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe
Email : jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr Téléphone : 05.61.55.69.20

Université Paul Sabalier
1R2
118 route de Narbonne
31062 TOULOUSE cedex 9

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage*	Terrain*
Premier semestre											
	KSOD9AAU	PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES	I	3	O						
26		KSOX9AA1 Chimie de l'atmosphère				10					
24		KSOD9AA2 Physico-chimie de l'océan				10					
25		KSOD9AA3 Bio-géochimie marine et climat				10					
	KSOD9ABU	OCEAN	I	3	O						
28		KSOX9AB1 Océanographie régionale				10					
29		KSOX9AB2 Simulation Océan						10			
27		KSOD9AB3 Océanographie Dynamique				10					
	KSOD9ACU	CLIMAT ET RISQUES	I	9	O						
35		KSOX9AC1 Système climatique				10					
30		KSOD9AC2 Simulation Climat						10			
31		KSOD9AC3 Risques climatiques				10		6			
32		KSOD9AC4 Projet Climat Environnement							10		
33		KSOD9AC5 Impact des aérosols				10					
34		KSOD9AC6 Surfaces Continentales				10					
	KSOD9ADU	GEOPHYSIQUE	I	3	O						
36		KSOD9AD1 Dynamique des fluides géophysiques				10					
38		KSOX9AD2 Simulation Physique						10			
37		KSOD9AD3 Simulation Numérique						10			
	KSOD9AEU	ATMOSPHERE	I	6	O						
39		KSOD9AE1 Physique des nuages				10					
40		KSOD9AE2 Météorologie Dynamique				10					
41		KSOD9AE3 Couche limite				10					
42		KSOD9AE4 Simulation atmopshère						10			

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Terrain: en nombre de demi-journées **Stage**: en nombre de mois

page	Code Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage*	Terrain*
43	KSOD9AE5 Prévisions météorologiques et mesures aéroportées									3,33
	KSOD9AFU OUTILS	I	3	O						
44	KSOD9AF1 Observations satellite				10					
45	KSOD9AF2 Rayonnement				10					
46	KSOD9AF3 Imagerie spectrale				6					
47	KSOD9AF4 Techniques de modélisation				10					
48	KSOD9AF5 Sciences des données				10					
	KSOD9AGU COMPETENCES	I	3	O						
49	KSOX9AG1 Développement des compétences professionnelles				10	10				
50	KSOX9AG2 Droit de l'environnement, développement durable				10	10				
	Second semestre									
51	KSODAAAU STAGE	II	30	O					6	

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Terrain: en nombre de demi-journées **Stage**: en nombre de mois

LISTE DES UE

UE	OBSERVATION ORIENTED PROJECT 2 (M2 SOAC OA)	3 ECTS	
KTES0FAU	Terrain : 10 demi-journées	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 1	3 ECTS	
KTES0FBU	**Sem 1 :** Cours-TD : 156h **Annuel:** Cours-TD : 156h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUCHENE Stephanie
Email : stephanie.duchene@univ-tlse3.fr

FRUIT Gabriel
Email : gabriel.fruit@utoulouse.fr

PLOTNIKOV Illya
Email : illya.plotnikov@utoulouse.fr

MESLIN Pierre-Yves
Email : pierre-yves.meslin@utoulouse.fr

KOURAEV Alexei
Email : alexei.kouraev@univ-tlse3.fr

RAMILLIEN Guillaume
Email : guillaume.ramillien@get.omp.eu

VIERS Jerome
Email : jerome.viers@get.omp.eu

DADOU Isabelle
Email : isabelle.dadou-pinet@univ-tlse3.fr

SANTAMARIA GOMEZ Alvaro
Email : alvaro.santamaria@cnes.fr

SERCA Dominique
Email : dominique.serca@utoulouse.fr

GRIPPA Manuela
Email : manuela.grippa@get.omp.eu

TABACCHI Eric
Email : eric.tabacchi@univ-tlse3.fr

UE	OBSERVATION ORIENTED PROJECT 1 (M1 SOAC - DC)	3 ECTS	
KTES0FCU	TP : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUCHENE Stephanie
Email : stephanie.duchene@univ-tlse3.fr

TOPLIS Michael
Email : michael.toplis@irap.omp.eu

UE	CORE COURSES 3 PUTTING DATA IN BROADER CONTEXT	3 ECTS	
KTES0FDU	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUCHENE Stephanie
Email : stephanie.duchene@univ-tlse3.fr

LE DANTEC Valerie
Email : valerie.le-dantec@univ-tlse3.fr

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Space weather (M1 SOAC EE)		
KTES7AB1	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUCHENE Stephanie
Email : stephanie.duchene@univ-tlse3.fr

FRUIT Gabriel
Email : gabriel.fruit@utoulouse.fr

PLOTNIKOV Illya
Email : illya.plotnikov@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

With the expansion of modern technologies using an increasing number of spacecraft, human activity has become more sensitive to perturbations of the near Earth-space, the latter being strongly influenced by the state of the Sun. Large electromagnetic perturbations strongly modify the spatial environment of the planet, from the geostationary orbit to the ground and the atmosphere.These magnetic storms may cause breaks in the communication or navigation systems, power plant breakdowns, or damages to the spacecraft themselves...
The aim of this course is to understand the origin of these major perturbations of the solar atmosphere, their propagation towards the Earth and finally to forecast their impact on the atmosphere-ionosphere system or the technological structures.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introduction to Space Physics 1) Sun atmosphere : structure and principal proprieties 2) Formation and propagation of solar wind in the heliosphere 3) Interaction between solar wind and magnetized planets - Magnetospheres, Dungey cycle, auroras
Formation and propagation of solar perturbations 1) Solar flares and Coronal Mass Ejections (CMEs) : formation and propagation in solar wind 2) Coronal Interaction Regions (CIR) and their link with CMEs 3) Solar Energetic Particles events : acceleration process and propagation in the turbulent wind 4) Interplanetary space modelling
Solar wind interaction with the Earth magnetic field 1) Magnetic storms and magnetospheric substorms 2) Survey of the ground magnetic perturbations : magnetic indices, coupling functions
Impact on the Earth atmosphere and environment 1) Ionosphere - Thermosphere : structure and dynamics 2) Electrodynamic coupling between Magnetosphere and Ionosphere 3) Instrumentation and observation methods : from ground to space 4) Perturbations of radio waves propagation induced by magnetic storms and scintillation phenomenon 5) Induced ground currents 6) Impact on the spacecraft orbits

PRÉ-REQUIS

Fluid dynamics (L3 level)
Electromagnetism (Maxwell equations) (L2 level)

MOTS-CLÉS

sun • solar wind • Earth magnetic field • magnetic storm

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Exoplanets (M1 SOAC EE)		
KTES7AB2	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

This course aims at discovering the mathematics and physics of exoplanet science while being put in the broader historical context of the notion of planetary systems and their observation.It is a joint course from specialists in exoplanet science and historian which will allow the student to understand how we arrived to the revolution of exoplanets, which started only 30 years ago, both from science advances and as a society.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

We will first detail the physics of exoplanets orbits and how to detect them. This will be linked to a historical reflection on the notion of planetary system, and how we arrived to this accepted notion today. The diversity of exoplanetary systems will be also studied, with the aim of understanding that, if the comparison to the solar system can be a good thing, it can bias the understanding of extrasolar worlds.We will have practical session on data taken from real instruments to observe exoplanets, linked to an historical perspective on the ØObservatoire des Midi PyrénéesØ and notably its observing site, the ØPic du MidiØ, where contemporary science is still performed and developed.We will then focus on the physics of the interior and atmosphere of exoplanets, and how they can be observed and constrained by contemporary instruments.The scientific and historical component will therefore be integrated at best in a logical ensemble, allowing to understand the place of the Earth in the galaxy and of astronomy in our society.

PRÉ-REQUIS

Bachelor physics : mainly gravitation, thermodynamics and fluid mechanics
An open mind for a joint science-literature course !

MOTS-CLÉS

exoplanet • Doppler effect • planetary orbit • atmosphere • Copernic • planetary system observations • history • space exploration • Pic du Midi

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	A global survey of Earth and planetary crusts (M1 SOAC EE)		
KTES7AB3	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MESLIN Pierre-Yves
Email : pierre-yves.meslin@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The exploration of the surface of planetary crusts now combines a diversity of observations at a global or regional scale, thanks to satellite or airborne observations, which allows us to extract both compositional (e.g. chemistry, mineralogy) and geophysical (e.g. topography, gravity field, seismicity) parameters. This large-scale approach is completed by detailed observations at local (field) or macro- and microscopic scales (analyses in research laboratories or by robots).In this course, we discuss how the variety of observations of planetary crusts and surfaces now available may be integrated to address fundamental questions regarding planetary evolution.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

This course will provide a general introduction to the accretion and formation of terrestrial planets, before focusing on four broad topics covering current scientific questions on planetary evolution, which will be addressed by a multi-disciplinary approach combining geophysical, petrological, geochemical, mineralogical, geomorphological and atmospheric observations.Since they are the best known terrestrial planets, special emphasis will be given to the Earth and Mars, and comparisons to other planets and the Moon may be drawn. We will look at planetary differentiation, crustal formation, climatic evolution and weathering, landscape evolution, estimates of mineral and resources...

- Develop multi-disciplinary and critical skills to address fundamental and up-to-date questions in planetary evolution and crust comparative planetology
- Learn how to combine different approaches and datasets to address these questions
- Become familiar with the use of the scientific planetary literature

PRÉ-REQUIS

Basic knowledge of Earth formation, plate tectonics, composition of the terrestrial oceanic and continental crusts.

MOTS-CLÉS

planetary différentiation • planetary crusts • geochemical reservoirs • planetary interiors • surface evolution • weathering • climatic evolution

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	The water cycle (M1 SOAC EE)		
KTES7AB4	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

KOURAEV Alexei
Email : alexei.kouraev@univ-tlse3.fr

RAMILLIEN Guillaume
Email : guillaume.ramillien@get.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The objective here is to introduce the many remote sensing (Sentinels, GRACE, GNSS, MODIS, CYGNSS, etc..) and modelling tools (Kalman filter, least square etc..) that allow monitoring of the water cycle in its different compartments : continental waters, atmospheric water, soil moisture and the cryosphere.We will also show the basics of forecasting models or warning systems on various examples (sustainable agriculture, water management etc.) ranging from global scale to in situ measurements.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Satellite gravimetry is a new approach for studying global hydrology, which can be used for improving the monitoring result of the spatial and temporal changes in the water cycle. The Gravity Recovery & Climate Experiment (GRACE) and its successor GRACE-Follow On that sense an integrated mapping of tiny varying gravity variations due to redistributions of water mass inside the fluid envelops of the Earth (atmosphere, oceans, continental water storage), and with an unprecedented resolution. Main applications of GRACE for spatial scales more than 200-300 km, includes terrestrial water storage mass balance evaluation, hydrological components of groundwater and evapo-transpiration restoring, droughts analysis and glacier melting in response to the global warming.The following topics will be covered from a remote sensing view :

- The water cycle
- Surface waters
- Soil Moisture
- Atmospheric water
- Cryosphere

PRÉ-REQUIS

Have created an account at www.theia-land.fr Basic knowledge of QGIS Basic knowledge of Python

MOTS-CLÉS

continental waters • atmospheric water • cryosphere • remote sensing • forecasting models

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Contaminants, pollution and man-made perturbations (M1 SOAC EE)		
KTES7AB5	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VIERS Jerome
Email : jerome.viers@get.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

In 1995, Paul Crutzen (Nobel Prize in Chemistry) and his biologist colleague Eugene Stoermer proposed the term Anthropocene, to designate the period we are living through, which began at the end of the 18th century.The introduction will cover this period, both from a historical and environmental point of view. After this introduction, the course will be divided into 3 lectures devoted to major environmental problems or innovative techniques.The course will provide a spatial and temporal perspective on the impact of humans on their environment through innovative tools (e.g. isotopes, remote sensing)and will allow students to broaden their initial expertise to inter-disciplinary issues such as microplastic pollution, mercury or agricultural issues.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

The first class will be about microplastics and nanoplastics. This course will first present what a microplastic is, how to determine it, its origins and dispersion modes as well as its potential impacts on human health and ecosystems. It will be accompanied by a practical course with the analysis of real samples.
The second class will focus on mercury. This course will present an overview of the global biogeochemical mercury cycle, human perturbations to the mercury cycle, fundamentals of mercury toxicity ; use of mercury isotopes to understand mercury cycling and notions on how climate change will affect mercury cycling. Practical work will include the analysis of mercury in commercial fish products and human hair in order to assess risk of exposure.
The last class will concern Detection and Quantification of contamination and chemical stress by optical remote sensing for vegetated surface. It will deal with i) the contamination impact on biophysical and biochemical parameters at sub-individual plant scale but also on vegetation cover, ii) optical measurement devices and iii) vegetation characterization methodology.

MOTS-CLÉS

pollutant cycling • biogeochemistry • toxicology • climate change • remote sensing • vegetation stress • species • trace elements • mercury

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Human impacted river-coastal-ocean-atmosphere continuum (M1 SOAC EE)		
KTES7AB6	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle
Email : isabelle.dadou-pinet@univ-tlse3.fr

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

The land-sea continuum includes all natural (continental, coastal and marine) and urban areas. It is an environment strongly impacted and weakened by human activity : understanding the interactions between the elements of the natural system and anthropic action is fundamental to follow its evolution under rapid environmental changes. In particular global warming and sea level rise are accelerating rapidly according to the latest IPCC report 2021-2022 (International Panel on Climate Change) with increases in extreme events in the land-sea continuum area.The overall objective of this module is to introduce students to different multidisciplinary approaches to the study of this complex system subject to strong anthropic pressure and climate change using examples and applications involving complementary tools : in situ data, satellite and modeling.It will be approached through two main blocks1) Knowledge of the river-littoral-ocean continuum environment and its study 2) Example and applications

PRÉ-REQUIS

None

SPÉCIFICITÉS

Main physical and chemical processes on this land-ocean continuum impacted by humans : tools and analyses via different applications/examples :

- Water continuum : river water (flow, etc.), watersheds, extent of flood areas, exchange along the continent - river - lagoon - coastal area - ocean ; impact of coupling and feedback with the atmosphere (precipitation, etc.), anthropogenic effects and climate change, its variability and extreme events.
- Continuum of water level : river, coastal, ocean : its variability, extreme events with the combined effects of river discharge/tides/storms/waves/climate change, surge and flooding, salinization.
- Sediment and erosion continuum : natural and anthropogenic forcing on coastal dynamics and morphology : in particular, study of coastal zone erosion and tools for its quantification, transport and accumulation of sediments at the land-sea interface : role in biochemical cycles (nutrient supply), carbon burial and rapid modifications of subaquatic morphology (dunes migration, mudbelts formation)
- Continuum transport of chemical elements (nutrients, pollutants) from the river to the ocean - anthropic effects : productivity, eutrophication, anoxia, acidification, greenhouse gas emissions.

MOTS-CLÉS

river • lake • estuary • river plume • coastal • ocean physics • biogeochemistry • sediment • human impact • climate change

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Space geodesy (M1 STPE-TERRE)		
KTES8AB1	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARIA GOMEZ Alvaro
Email : alvaro.santamaria@cnes.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Many physical processes within the solid Earth, the atmosphere, the oceans, the continental water, and the ice sheets, produce small variations of the Earth's shape, its rotation and its gravity field. Improving our understanding of these processes and their interactions is fundamental for understanding the Earth system and, in particular, the threats to society from geohazards and climate change. Space geodesy emerges nowadays as an indispensable science for the understanding of the Earth system.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

This unit includes a comprehensive review of the current state-of-the-art observations from several complementary space geodetic techniques, including Global Navigation Satellite Systems (such as GPS and Galileo), laser and Doppler ranging, radio-telescopes and gravimetry. The student will acquire the necessary knowledge for the interpretation of subtle changes on fundamental Earth processes through research carried out internationally with these observing techniques : their use, their capabilities, but also their limitations.

Lectures

Introduction to space geodesy
Earth's crustal deformation
Earth's rotation changes
Earth's reference frames
Earth's gravity field changes
Earth's geocenter and dynamical oblateness changes

PRÉ-REQUIS

Basic knowledge in mathematics and physics.

MOTS-CLÉS

crustal deformation • Earth rotation • gravitational field • observation techniques • space geodesy

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	The carbon cycle (M1 SOAC EE)		
KTES8AB2	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SERCA Dominique
Email : dominique.serca@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The route of carbon will be followed at the watershed scale from the atmosphere to the ocean through the consumption of atmospheric CO2 by vegetation, its transfer to the soil through soil organic matter in which carbon is incorporated and its export to the ocean after being transported and processed in aquatic ecosystems. In each compartment of the critical zone (soil, groundwater, surface waters, sediments, atmosphere), organic and inorganic carbon undergo transformations via microbiological activity and change in physico-chemical conditions that lead to partial sequestration (precipitation, sedimentation) and greenhouse gas emissions. The impact of anthropogenic perturbation will be illustrated by the modification of the carbon cycle after the impoundment of a hydroelectric reservoir.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

This course mainly focuses on field methods with relevance to research studies on different aspects of continental carbon cycle Students will learn to properly collect and analyze samples, process and validate data with the help of different methods. They will also learn to combine theoretical, methodological and naturalist approaches to gain both in qualitative and quantitative expertise considering the terrestrial carbon cycle and the associated biogeochemical processes. The lectures will be complemented by fieldwork (sampling and in situ measurements) and lab work (experimentation and measurements).

- Global carbon cycle/carbon cycle in rivers, lakes and wetlands/carbon cycle in hydroelectric reservoirs
- Introduction to early diagenesis processes (bacteria-mediated redox reactions)
- Carbon cycle and the soil compartment - observations and theories
- Carbon and GHG analytical techniques, GHG flux metrology
- Climate change/overview of carbonate systems/CO2 sequestration/CO2 (bio)mineralization
- Use of natural radionuclides (U, Th series) as geochemical tracers to study processes and quantify chemical fluxes and as chronometers to estimate the time-scale of these processes

PRÉ-REQUIS

1) Aquatic chemistry 2) Global carbon cycle 3) Soil forming processes and pedogenesis 4) Acid-base equilibrium

MOTS-CLÉS

carbon cycle ● watershed ● aquatic ecosystems ● anthropogenic perturbations or land use change ● carbon sequestration ● field work and measurements

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Monitoring the functioning and dynamics of ecosystems (M1 STPE-TERRE)		
KTES8AB3	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GRIPPA Manuela
Email : manuela.grippa@get.omp.eu

TABACCHI Eric
Email : eric.tabacchi@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The main objective of this course is to deliver fundamentals on ecosystem monitoring, accessible to a wide panel of students originating from diverse scientific disciplines. The concepts of ecosystem functioning/services and ecosystem dynamics need data to be delineated, monitored and modelled. Many tools, from satellite-based sensors to local data-loggers or field expertise, are available for building appropriate databases. The students will learn how to include structural (spatial, biodiversity) and functional (processes related to matter, information and energy fluxes) aspects of ecosystems into a multiscale approach, in order to measure, explain and forecast the consequences of environmental changes on bio-physical cycles and related natural services.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

The course will give a particular attention on biological/physical interactions and regulatory feedbacks. It will deliver knowledge about ecological measurements with critical insights on concepts, instruments and analysis/interpretation, focusing on ongoing research and activities in the framework of the critical zone and long term ecological observatories. It will encompass :

- A short theoretical introduction to ecosystem functioning and dynamics, including bio-geomorphic and bio-geochemical feedbacks
- A presentation of sensor capability and limitations in relation to technological and ecological aspects
- A field trip (Occitania Region) giving an illustration on the methods used for remote sensors calibration and for in situ measurements
- Practical exercises on cutting edge remote sensing applications linked to the topics addressed during the field trip
- Key-note flash conferences on specific examples

PRÉ-REQUIS

None

MOTS-CLÉS

ecosystem functioning and dynamics • remote sensing • local measurements and environmental sensors • ecosystem mapping and modelling

UE	UES INTERDISCIPLINAIRES 2	3 ECTS	
Sous UE	Artificial Intelligence in Earth and Space Science (M1 STPE-TERRE)		
KTES8AB4	Cours-TD : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The objective of the module is to deepen the knowledge taught in master 1 courses (SUTS, STPE and SOAC in particular) on numerical modelling of evolution equations (heat diffusion or advection equations).The students will learn how to build a program to represent the evolution of a specific physical process. Different processes can be chosen, and a list will be proposed to students at the beginning of the course.For instance, the student will build a program to represent convection (in the Earth mantle, in stars or in ocean or atmospheric boundary layers).
The students will also learn how to read the data calculated by the program and plot them graphically so as to analyze the physical process.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

The course will be constructed as a tutorial during which each student (grouped in pairs) develops his own programs.The programs will be developed on laptops provided by the University and equipped with adequate softwares : Linux ; FORTRAN/C++ ; Matlab/Python. Students will learn some basics of these programming languages. The course will be a mix of presentations and tutorials on computing sciences where the students develop their codes to address a specific physical problem they have chosen.We will start the module with some reminders of basic concepts on numerical modelling and programming languages, but the students following this course will really benefit from it if they have already addressed some aspects of numerical modelling or programming (see prerequisites for students opposite).Each student pair will chose a specific process study from a list and use the results of their simulations to understand it. The possible process studies are :

- Convection (in the Earth mantle, in stars or in ocean/atmosphere) ;
- Acoustic/Sismic waves
- Internal gravity waves
- Solitons (solitary waves)
- Kelvin-Helmholtz instability (growth of perturbation)
- Geostrophic adjustment
- Upwelling development

PRÉ-REQUIS

Basic knowledge of functional analysis and evolution equation, numerical schemes, programming. Knowledge of Linux, FORTRAN/C++ , Matlab/Python is recommended.

MOTS-CLÉS

numerical modelling • programming • process studies using evolution equations

UE	PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Physico-chimie de l'océan		
KSOD9AA2	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle
Email : isabelle.dadou-pinet@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre les interactions entre la physique et la biogéochimie à différentes échelles spatio-temporelles, l'importance de ces interactions pour les cycles des éléments (carbone, azote,..) dans l'océan ainsi que pour le climat, les calculs de taux de mélange et de temps de résidence, les analyses de données in situ et satellites, l'analyse de modèle couplé et de sa dynamique.
Couplage Physique/biogéochimie et processus, observations in situ, satellite, et modélisation, équations d'advection-diffusion avec termes sources et puits, liens avec les modèles en boîte réseau trophique, interactions entre la physique et la biogéochimie dans la couche de mélange (zones tropicale et tempérée), à subméso et mésoéchelle (méandres, tourbillons, ondes, front), à l'échelle d'un bassin océanique (gyres).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Importance des couplages entre la physique et la biogéochimieModélisation et formalismes en biogéochimie marine, Réseau trophique : Observations - Formalisme des termes sources moins puitsCouplage physique - biogéochimie dans la couche de mélange dans différentes zones dans l'océan,Couplage physique-biogéochimie à méso-échelle et sub-méso-échelle.

PRÉ-REQUIS

Notions de base en océanographie (physique et chimique) ou mécanique des fluides et chimie

SPÉCIFICITÉS

Les cours seront illustrés par des exercices et présentations/travaux à partir d'articles scientifiques

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Williams and Follows, 2003. Physical transport of nutrients and the maintenance of biological production. Chapitre 3, Ocean biogeochemistry : the role of the ocean carbon cycle in global change, Springer

MOTS-CLÉS

océan, biogéochimique, physique, couplage, couche de mélange, mésoéchelle, modèle, processus, climat

UE	PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Bio-géochimie marine et climat		
KSOD9AA3	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VAN BEEK Pieter
Email : pieter.van-beek@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Intégrer les enjeux planétaires derrière la notion de "grands cycles d'éléments chimiques" ; connaître les bases de la géochimie ; comprendre comment les traceurs géochimiques (isotopes et éléments traces) permettent d'étudier des processus dans l'océan et d'apporter des informations quantitatives (flux, temps de résidence, etc...) ; appréhender les moyens d'explorer la mer, du satellite au mouillage profond.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rôle de la biogéochimie marine sur les grands cycles d'éléments, en particulier celui du carbone : action et rétro actions. Notions de géochimie : traceurs géochimiques (isotopes stables et radioactifs, éléments en traces), sources et puits d'éléments chimiques, flux, calcul de budgets. Chimie de l'océan et capacité de l'océan à gérer les apports anthropiques, notamment dans un contexte de changement climatique. Notions de modèles couplés. Expériences à la mer : moyens d'observation, campagnes en mer...

PRÉ-REQUIS

Bases de chimie, biogéochimie, physique. Avoir des notions sur la circulation océanique (circulation thermohaline, upwelling, downwelling, etc...).

COMPÉTENCES VISÉES

Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Géochimie Marine : circulation océanique, cycle du carbone et changement climatique. M. Roy-Barman & C. Jeandel. Société géologique de France. Collection Interactions.

MOTS-CLÉS

Cycles d'éléments chimiques ; traceurs géochimiques ; flux de matière ; circulation océanique ; mélange ; interfaces

UE	PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Chimie de l'atmosphère		
KSOX9AA1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Chimie stratosphérique, chimie troposphérique, chimie en phase gazeuse, chimie en phase aqueuse, notion de cycles catalytiques, notion de temps de vie, photochimie, modélisation de la chimie de l'atmosphère, modèles lagrangien/eulérien.

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique et chimie de l'atmosphère, R. Delmas, G. Megie, VH Peuch, Collection Echeles, Belin, 2005

MOTS-CLÉS

chimie troposphérique et stratosphérique, Ozone, Polluants primaires et secondaires

UE	OCEAN	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Océanographie Dynamique		
KSOD9AB3	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MORROW Rosemary
Email : rosemary.morrow@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre la structure moyenne de l'océan et les modèles simples de sa dynamique associée.Comprendre le rôle de l'ajustement océanique, par les processus à méso-échelle et à sous-méso-échelle, les ondes planétaires.Comprendre comment le forçage et la réponse océanique réagissent différemment dans les tropiques, à moyenne latitude et dans les régions polaires.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1) Introduction & surface wind-forced currents2) Large-scale wind-forced ocean circulation3) Barotropic ocean circulation & vorticity applications4) Vertical Stability & Stratification5) Ocean surface mixed layer processes6) Wind-forced planetary waves and mesoscale eddies7) Subduction and the formation of the permanent thermocline8) Submesoscale processes9) Tropical ocean dynamics10) Convection, high-latitude processes and thermohaline circulation

PRÉ-REQUIS

M1 en introduction à l'océanographie dynamique

SPÉCIFICITÉS

Cours possible en anglais

COMPÉTENCES VISÉES

Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Une Introduction à la dynamique des océans et du climat. Tome 1 - Océan. A. Colin de Verdière Introduction to Géophysical Fluid Dynamics - Cushman-Roisin Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics - Vallis

MOTS-CLÉS

Dynamique de l'océan, processus d'ajustement océanique, circulation océanique dans les tropiques, à moyenne latitude, régions polaires.

UE	OCEAN	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Océanographie régionale		
KSOX9AB1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis
Email : francis.auclair@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

— analyse d'une dynamique océanique régionale complexe à partir de processus clés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

— Identification et illustration des échelles spatiales et temporelles de la dynamique océanique : de l'échelle globale à la sous-mésoéchelle.
— Génération, propagation, réfraction des ondes dans l'océan, propriétés de conservation : houle, marées, tsunamis, ondes internes de gravité, ondes de Poincaré, ondes de Kelvin et de Rossby (topographiques)...
— Réponse régionale au forçage par le vent : analyse spatio-temporelle de la réponse de l'océan à un coup de vent, dynamique des upwelling et downwelling côtiers, processus ondulatoires induits.
— Panaches fluviaux : principe de la décharge fluviale, régionalisation du panache et interaction avec la circulation.

PRÉ-REQUIS

— dynamique des fluides géophysiques,
— océanographie hauturière.

COMPÉTENCES VISÉES

Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines
Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles

MOTS-CLÉS

océanographie régionale, océanographie côtière, dynamique et physique de l'océan.

UE	OCEAN	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation Océan		
KSOX9AB2	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ULSES Caroline
Email : caroline.ulses@legos.obs-mip.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Utiliser un modèle de circulation océanique pour l'étude d'un processus hydrodynamique- Etudier un processus hydrodynamique et son impact sur le cycle du carbone- Communiquer à l'oral ses résultats- Rédiger un rapport synthétique de ses résultats

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Analyse des résultats de modélisation numérique en termes de formation d'eaux denses sur le plateau continental et de leur écoulement vers l'océan hauturier, en réponse aux forçages externes (atmosphérique et fluvial)- Evaluation de la qualité des sorties de modèle à travers leur comparaison à des observations in-situ- Quantification du volume d'eau dense formée et exportée vers l'océan profond sur la base des sorties de modèle- Réalisation de simulations pour évaluer la sensibilité des résultats du modèle aux forçages externes- Analyse de l'impact des plongées d'eau dense sur le cycle du carbone (absorption de CO2 atmosphérique sur le plateau continental, export de CO2 vers l'océan hauturier)- Présentation orale (une diapositive) de ses résultats de simulation (tests de sensibilité) aux autres groupes d'étudiants- Rédaction d'un rapport synthétique présentant l'analyse de ses résultats de modélisation

PRÉ-REQUIS

Bases en calcul scientifique (matlab, scilab, python ou fortran)Dynamique de l'océan, chimie de l'océan

COMPÉTENCES VISÉES

Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Dufau-Julliand, et al. (2004), https ://doi :10.1029/2003JC002019.Ulses, C., et al. (2008). https ://doi.org/10.1029/2008GL03

MOTS-CLÉS

Modélisation numérique, océan côtier, formation de masses d'eau, plongée d'eau dense, bilan de carbone

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation Climat		
KSOD9AC2	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Simulations climatiques à l'aide d'une hiérarchie d'approche allant des modèles simplifiés jusqu'à l'utilisation de modèles complexes du système Terre

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Modèles climatiques simplifiés, modèle 1D, logiciel pédagogique de simulation du climat.

COMPÉTENCES VISÉES

Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Rapport du GIEC disponible ici http ://www.ipcc.ch Joos et al. (2013). ØCarbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics : a multi-model analysisØ, *Atmos. Chem. Phys.* , 13 :2793-2825.

MOTS-CLÉS

climat, modélisation, changements climatiques, programmation informatique

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Risques climatiques		
KSOD9AC3	Cours : 10h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LACAZE Laurent
Email : Laurent.Lacaze@imft.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module traite des événements hydro-météorologiques rares et extrêmes, et leurs conséquences en matière de risques naturels, et l'influence du changement climatique sur ces risques. Il s'agit de fournir des bases méthodologiques et des informations scientifiques générales, et un approfondissement, y compris dans le domaine de la physique des phénomènes et de la gestion du risque opérationnel, sur deux exemples : les crues et les écoulements gravitaires (avalanches, glissement de terrains, ...). Dans ce cadre, l'objectif de ce cours est 1) de donner des éléments sur la modélisation physique spécifiques aux évènements extrêmes pour ces deux exemples et 2) de décrire les approches actuellement envisagées pour en améliorer la représentation et la prévision sur le plan opérationnel.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Un cours introductif (2h) fournira des éléments de cadrage scientifique et technique sur les relations entre événements hydro-météorologiques rares et extrêmes, le cadre scientifique d'analyse des risques naturels (aléa, exposition, vulnérabilité) et de l'impact du changement climatique sur ces risques, tel qu'il est utilisé de façon croissante dans de nombreux contextes notamment les rapports du GIEC. Cette introduction fournira les bases méthodologiques et quelques exemples de risques naturels à grande échelle (sècheresses, canicules etc.).
Les crues seront traitées dans le cadre d'un cours d'apport théorique (4h) et un cours traitant des applications opérationnelles de ces connaissances sur l'exemple des crues éclairs à l'aide d'un outil numérique de prévision (3h).
Les écoulements gravitaires feront l'objet d'un cours d'apports théoriques (4h) et un cours traitant des applications opérationnelles de ces connaissances pour la gestion du risque sur l'exemple des avalanches de neige (3h).

COMPÉTENCES VISÉES

Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andréotti B., Forterre Y. & Pouliquen 0. Les milieux granulaires : entre fluide et solide, CNRS Editions
Roche, P.-A., Miquel, J., Gaume, E., 2012. Hydrologie quantitative : Processus, modèles et aide à la décision. Éditeur Springer

MOTS-CLÉS

crues extrêmes, avalanches, prédiction, modélisation, incertitudes

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Projet Climat Environnement		
KSOD9AC4	Projet : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les étudiants sont amenés à mobiliser des connaissances théoriques acquises dans d'autres modules pour proposer une lecture critique du texte choisi, en la replaçant dans un contexte plus large. Le travail s'effectue en groupe de deux ou trois étudiants.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Analyse d'un article scientifique (revue à fort impact) ou d'un rapport spécialisé sur la thématique du climat (rapport du GIEC, de l'OMM, de la Banque Mondiale...) à choisir par les étudiants parmi une large présélection. Les sujets couvrent les sciences dures telles que la physique de l'atmosphère ou de la cryosphère, la chimie atmosphérique, l'océanographie ou la paléoclimatologie, mais abordent aussi les liens entre le changement climatique et démographie, activités économiques ou énergie par exemple.

PRÉ-REQUIS

bases de compréhension du système climatique

COMPÉTENCES VISÉES

Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et dans au moins une langue étrangère
Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif

MOTS-CLÉS

système climatique, variabilité, impacts

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Impact des aérosols		
KSOD9AC5	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre les impacts des aérosols sur le système climatique et variabilités associées

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contexte scientifique international : IPCC, incertitudes majeures sur les forçages radiatifs liées aux différents effets des aérosols.
Impacts climatiques des aérosols : effets direct, semi-direct et indirect ; définitions, calculs par modélisation (quelles échelles de modélisation en correspondance avec quels effets).
Incertitudes sur le forçage radiatif : notions de forçages (paramètres mis en jeu) ; incertitudes en lien avec :
- la variabilité des sources d'aérosols atmosphériques (hétérogénéité spatiale, inventaires, quantification, quelles prises en compte des émissions/dépôts dans les modèles) ;
- la variabilité des propriétés microphysique, optique et chimique (processus de formation et d'évolution au cours du transport ; technique de mesure dans le domaine des aérosols (sol, remote, satellite) ; évaluation/validation des outputs des schémas chimiques/optiques/microphysiques intégrés aux modèles régionaux).
Rétroactions climatiques des forçages radiatifs des aérosols : EHP, variabilité couverture nuageuse, qualité de l'air en basse couche.

PRÉ-REQUIS

Thermodynamique atmosphérique, Chimie de l'atmosphère niveau M1, notions de dynamique atmosphérique

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines

MOTS-CLÉS

Aérosols, forçages radiatifs, impacts radiatifs, variabilités et incertitudes

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Surfaces Continentales		
KSOD9AC6	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes continentaux et leurs interactions avec le climat, les cycles biogéochimiques y compris leur évolution au cours des temps géologiques pour identifier des pistes d'atténuation du changement climatique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours est en 3 parties :

- Cycles biogéochimiques : Mise en place des cycles biogéochimiques continentaux, répartitions des stocks d'eau et de carbone dans les différents compartiments (atmosphère, sol, biosphère), interactions sol-végétation-atmosphère pour les échanges d'eau et de carbone entre les différents compartiments.
- Fonctionnement des écosystèmes : fonctionnement du sol (formation d'un sol, rôle du vivant et évolution de la matière organique), processus régulant le transfert d'eau dans le continuum sol-végétation-atmosphère, processus régulant les interactions écosystèmes-atmosphère pour les échanges de CO2 (photosynthèse, respiration de la plante et du sol), déterminants de la croissance des végétaux, hydrologie.
- Identification de leviers pour l'atténuation du changement climatique : à partir d'un cas d'étude, les grandes cultures, analyses des leviers biogéochimiques (stockage de C dans les sols, réduction des émissions de GES) et biogéophysiques (gestion de l'albédo et des flux d'énergie en surface) d'atténuation des changements climatiques via la mise en œuvre de changement de pratiques culturales.

PRÉ-REQUIS

notions d'échanges surface-atmosphère abordées en M1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bernard Saugier (1996) Végétation et atmosphère. Flammarion, 127 pages, ISBN 978-2-08-035440-2

MOTS-CLÉS

cycle du carbone, cycle de l'eau, végétation, sol, climat

UE	CLIMAT ET RISQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Système climatique		
KSOX9AC1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

compréhension du fonctionnement du système climatique et des mécanismes physiques des changements climatiques passés et actuel.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1/5. Système climatique, bilan d'énergie et dynamique : introduction météo vs. climat ; définition système climatique et description composantes ; bilan d'énergie et effet de serre ; cycle de l'eau, cycle du carbone.
2/5. Modélisation et variabilité interne : histoire et hiérarchie des modèles, démarche d'évaluation, programme international CMIP ; notion de variabilité interne, principaux modes de variabilité intra-saisonnière, inter-annuelle, multi-décennale .
3/5. Forçages externes et rétroactions : formalisme des forçages radiatifs, mécanismes des principaux forçages, importance des échelles de temps ; formalisme des rétroactions radiatives, notion de sensibilité climatique à l'équilibre,
4/5. Introduction aux paléoclimats : brève histoire des climats de la Terre ; épisodes Terre boule de neige du Précambrien, refroidissement du Cénozoïque, cycles glaciaire-interglaciaire des derniers Ma (Milankovitch), climat de l'Holocène et dernier millénaire jusqu'à ère industrielle.
5/5. Changement climatique anthropique : évolution des principaux forçages depuis l'ère industrielle, détection et attribution des changements observés ; projections climatiques, conséquences sur la variabilité météo

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre and V. Zunz, (2008-2010). Introduction to climate dynamics and climate modeling. Online textbook available at [u]http://www.climate.be/textbook[/u].

MOTS-CLÉS

météo, climat, effet de serre, modélisation, variabilité interne, forçages externes, rétroactions, paléoclimats, changement climatique.

UE	GEOPHYSIQUE	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Dynamique des fluides géophysiques		
KSOD9AD1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Basic equations and conservation principlesShallow water, layer models and vertical modesVorticity and potential vorticityScale analysis and Quasi-geostrophic theoryWave motion : Inertia gravity, Kelvin, RossbyTropical Dynamics : Matsuno-Gill theoryInstability : Barotropic and BaroclinicGeostrophic turbulence

PRÉ-REQUIS

Mécanique des fluides licence Physique, master 1

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines

MOTS-CLÉS

Fluides géophysiques, vorticité, ondes, instabilité, turbulence

UE	GEOPHYSIQUE	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation Numérique		
KSOD9AD3	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis
Email : francis.auclair@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- maîtriser l'outil numérique pour analyser et étendre la portée d'observations réalisées en laboratoire.
- Comprendre les limites de l'outil numérique pour le faire évoluer.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Simulations numériques (DNS et LES) associées aux travaux pratiques de la matière "Simulation physique" du module DYNAMIQUE.
- Utilisation des PC portables du master SOAC (code numérique CROCO).

PRÉ-REQUIS

Bonnes notions d'analyse numérique et/ou de modélisation numérique

COMPÉTENCES VISÉES

Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine
Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

- analyse numérique
- modélisation numérique

UE	GEOPHYSIQUE	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation Physique		
KSOX9AD2	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis
Email : francis.auclair@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- mesure des principales caractéristiques d'écoulements fluides en laboratoire,
- analyse de la dynamique de ces écoulements,
- M2-SOAC-DC : lien entre simulation numérique et simulation physique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Travaux pratiques en laboratoires sur canaux hydrauliques et cuves tournantes (Météo France) en support des matières "Dynamique des fluides géophysiques" du module DYNAMIQUE, "Météorologie dynamique" du module ATMOSPHERE et "Océanographie dynamique" du module OCEAN.
- Écoulements en rotation, courants de gravité, processus ondulatoires, instabilités fluides, circulation générale dans l'atmosphère et l'océan.

PRÉ-REQUIS

Dynamique des fluides géophysiques

COMPÉTENCES VISÉES

Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

- analyse numérique,
- modélisation numérique

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Physique des nuages		
KSOD9AE1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des processus physiques et microphysiques associés aux nuages ;
Types de nuages, système d'équations, modélisation, observations ;
Climatologie, évolution, impact, prévisibilité

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introduction : Atlas des nuages, Conditions de formation des nuages, mécanismes
Microphysique 1 : Formation des gouttelettes et des cristaux de glace.
Microphysique 2 : Processus régissant l'évolution de la composition nuageuse et la formation des précipitations
Brouillard, Nuages de couche limite, Orages
Impacts des aérosols sur les nuages : effets direct/semi-direct/indirect, « convective invigoration », ship tracks, études numériques vs. observations
Représentation des nuages dans les modèles de prévision du temps et de climat
Observation des nuages

PRÉ-REQUIS

thermodynamique et météorologie niveau M1 SOAC

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

microphysique, brouillard, orages, nuages, mécanismes dans les nuages

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Météorologie Dynamique		
KSOD9AE2	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre les principes de la circulation atmosphérique de grande échelle : aux latitudes tropicales, la circulation axisymétrique et stationnaire ; aux latitudes tempérées, les perturbations stationnaires et transitoires et leur contribution à la dynamique de grande échelle.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Observations de la machine thermique atmosphérique- Le modèle de Held & Hou de la cellule de Hadley- La cellule de Ferrel et les flux d'Eliassen-Palm- Les ondes de Rossby stationnaires et transitoires

PRÉ-REQUIS

Notions de météorologie dynamique : équations du mouvement atmosphérique ; vent thermique ; théorie quasi-géostrophique ; circulation et tourbillon ; ondes de Rossby

COMPÉTENCES VISÉES

Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Holton, J. R., 1992. An Introduction to Dynamic Meteorology. 3rd Edition. Academic press, 507 pp.- James, I. N., 1994. Introduction to Circulating Atmospheres. Cambridge University press, 422 pp

MOTS-CLÉS

Chauffage radiatif ; flux de chaleur méridiens ; cellules de Hadley et Ferrel ; circulation en moyenne zonale ; forçage orographique ; instabilité barocline ;

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Couche limite		
KSOD9AE3	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HONNERT Rachel
Email : rachel.honnert@meteo.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre l'introduction d'un article scientifique décrivant un processus, une méthode de mesure ou une paramétrisation de la couche limite atmosphérique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

(Introduction) Présentation générale : introduction à la turbulence, moyens d'étude (expérimentaux et numériques). Visite du parc à instruments du CNRM (Équations) Équations de la Couche limite : Détermination du système de Boussinesq à partir des équations de la mécanique des fluides, opérateurs de moyenne, équations de Reynolds, prise en compte de la vapeur d'eau, significations des flux turbulents (Outils) Analyse dimensionnelle, théorie de similitude et approche spectrale) Cette partie est proposée en autonomie. Elle est maintenant disponible sur le portail Moodle de l'ENM (Modélisation) Modèles conceptuels de la couche limite : théorie semi-empirique, couche d'Ekman, paramétrisation de la couche limite (CLS) Description des phénomènes proches de la surface : couche limite de surface, bilans d'énergie et d'eau des surfaces continentales (CLA) Description des différentes structures de couches limites : énumérations des propriétés des couches limites convective, stable, nuageuse et couche de mélange océanique

PRÉ-REQUIS

thermodynamique atmosphérique

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— De Moor, G., et P. Veyre, Les bases de la météorologie dynamique, vol. 6 of Cours et Manuels, Météo France, 2006.
— De Moor, G., Couche Limite Atmosphérique et Turbulence, vol. 16 of Cours et Manuels, Météo France, 2006.

MOTS-CLÉS

Couche limite atmosphérique, turbulence, Météorologie, Observation, Modélisation

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation atmopshère		
KSOD9AE4	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHABOUREAU Jean-Pierre
Email : jean-pierre.chaboureau@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Utilisation du modèle numérique Méso-NH (labellisé INSU) pour l'analyse de processus atmosphériques : cycle diurne de la convection continentale. Analyse des résultats et étude de sensibilité à des paramètres clefs

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le TP se divisera en quatre étapes : lancement de la simulation standard et appropriation des diagnostics, étude de la sensibilité à la résolution horizontale, étude de la sensibilité aux conditions de surface (flux de chaleur et d'humidité), et étude de l'efficacité du transport à l'aide d'un traceur passif. Le TP se fera dans un environnement Linux.

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guichard, F. et al., [u]https://doi.org/10.1256/qj.03.145[/u]Lac, C. et al., [u]https://doi.org/10.5194/gmd-11-1929-2018[/u]

MOTS-CLÉS

Simulation numérique, convection, transport vertical

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Prévisions météorologiques et mesures aéroportées		
KSOD9AE5	Terrain : 3,33 demi-journées	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

mise en situation dans la réalisation d'une campagne de mesures aéroportées, de la prévision météorologique à la réflexion sur les questions scientifiques et à la réalisation des mesures.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Visite de SAFIRE à Francazal, présentation de ses missions, des avions de recherche et des capteurs embarqués. 2 séances de prévision météorologique organisées par les élèves/étudiants à J-2 et J-1 en présence des pilotes pour évaluer la situation météorologique du jour J et définir un plan de vol afin d'échantillonner un événement atmosphérique dans un périmètre d'environ 200 km autour de Toulouse. Vols le jour J à bord de l'ATR42 de SAFIRE. Debriefing des vols puis exploitation des données et confrontation de celles-ci aux prévisions avec l'aide de scientifiques. Rendus ultérieurs : présentation généraliste de la mission, article pour ENM-hebdo, restitution technique du dépouillement des mesures.

COMPÉTENCES VISÉES

Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et dans au moins une langue étrangère
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale
Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines

MOTS-CLÉS

mesures aéroportées, prévisions météorologiques, planification vols, dépouillement données, restitution des interprétations

UE	OUTILS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Observations satellite		
KSOD9AF1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

KOURAEV Alexei
Email : alexei.kouraev@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Se familiariser avec les principes de la télédétection, obtenir un niveau initial d'autonomie en manipulation des logiciels pour analyser les données géospatiales

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Bases de télédétection, logiciels libres (BEAM/SNAP), données satellitaires gratuites, application des données satellitaires pour l'océan et les surfaces continentales.

PRÉ-REQUIS

Notions de base du spectre électromagnétique et de l'utilisation de l'ordinateur

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Imagerie Spatiale ; Des prinicipes d'acquisition au traitement des imagesoptiques pour l'observation de la Terre. Philippe Lier, Christophe Valorge, Xavier Briottet.2008.

MOTS-CLÉS

Télédétection satellitaire, analyse des données géospatiales

UE	OUTILS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Rayonnement		
KSOD9AF2	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Savoir calculer des propriétés optiques
Savoir manipuler une équation du transfert radiatif, connaître les spécificités des différents domaines spectraux

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Propriétés spectrales des différents milieux (sols, végétation, eau, atmosphère), équations du transfert radiatif, mécanismes d'interactions (réflexion, émissions thermiques), physique du rayonnement de l'atmosphère (diffusion de Rayleigh, de Mie, élargissement des raies spectrales), applications (corrections atmosphériques, sondages atmosphériques), exemples de modèle de transfert radiatif (1D et 3D).

PRÉ-REQUIS

module rayonnement niveau M1

COMPÉTENCES VISÉES

Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

transfert radiatif, réflectance, température de brillance

UE	OUTILS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Imagerie spectrale		
KSOD9AF3	Cours : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

fournir des éléments applicatifs du transfert radiatif en télédétection en se focalisant sur l'apport des techniques de télédétection en imagerie spectrale pour la caractérisation de la pollution atmosphérique d'origine anthropique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Dans une première partie seront définis les enjeux d'un point de vue sanitaire, environnemental et économique de la pollution de l'air, les propriétés physico-chimique des principaux gaz et types d'aérosols anthropiques et leur origine ainsi que des ordres de grandeurs des facteurs d'émission pour différents types d'industries. La deuxième partie est consacrée aux propriétés optiques des gaz et aérosols puis aux différents formalismes permettant l'expression de l'impact radiatif des polluants au niveau macroscopique.La troisième partie sera consacrée à des exemples d'application de l'imagerie spectrale au sol, sur drone, en aéroporté et au niveau satellitaire pour la caractérisation de la pollution atmosphérique. Des éléments des principes d'inversion et les ordres de grandeur de sensibilité seront fournis pour les principaux instruments actuels.Une dernière partie sera dédiée aux futures missions satellites ayant pour vocations de rendre opérationnel la surveillance environnementale et la prévision de la qualité de l'air ainsi qu'aux synergies nécessaires entre télédétection, mesures in-situ et modélisation.

PRÉ-REQUIS

Equation du transfert radiatif ; Connaissance du milieu atmosphère et de l'interaction terre-atmosphère ; Notion de traitement du signal

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

Gaz, Aérosols, Emission, télédétection, Imagerie spectrale, Transfert radiatif

UE	OUTILS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Techniques de modélisation		
KSOD9AF4	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GIORDANI Hervé
Email : herve.giordani@meteo.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Avoir une vision des techniques de modélisatioon dans le domaine des fluides géophysiques

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Application des techniques de modélisation aux fluides géophysiques
Formulation du modèle shallow water, paramétrisations physiques et couplage, physique des modèles atmosphériques et océaniques.
Comment passer d'un système classique sur feuille au code qui tourne : exemple sur l'équation de diffusion à coefficients constants, sur l'équation de Laplace avec méthode itérative.Schéma de convection, codage Arpège, codage des paramétrisations physiques

COMPÉTENCES VISÉES

Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine
Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention
Mobiliser des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale

MOTS-CLÉS

physique des modèles atmosphériques et océaniques

UE	OUTILS	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Sciences des données		
KSOD9AF5	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BOUTTIER François
Email : francois.bouttier@meteo.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre les techniques de traitement des observations, notamment pour initialiser les modèles numériques

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Notions sur les techniques d'assimilation et de prévision d'ensemble. Réseaux d'observation de l'environnement, traitement des observations, réanalyse. Analyse objective de données, opérateur d'observation, estimation statistique optimale, assimilation variationnelle, filtre de Kalman, prévision d'ensemble. Initiation à l'apprentissage automatique : classification, forêts aléatoires, réseaux de neurones. Exemples concrets.

PRÉ-REQUIS

notions de physique de l'océan, atmosphère, télédétection satellitaire. calcul matriciel, dérivées, statistiques de base (variance, corrélation)

COMPÉTENCES VISÉES

Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
Se servir de façon autonome des outils numériques avancés pour un ou plusieurs métiers ou secteurs de recherche du domaine
Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines
Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux

MOTS-CLÉS

Assimilation, Intelligence artificielle

UE	COMPETENCES	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Développement des compétences professionnelles		
KSOX9AG1	Cours : 10h , TD : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Apprendre les bases du développement durable et ses applications en entreprise.Découvrir le rôle des ONGs en lien avec les stratégies environnementale des entreprises.Découvrir et utiliser dans le cadre de projets de groupe les outils et méthodes de la gestion de projet.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Environnement et développement durable en entreprise :

- Responsabilité Sociétale des Entreprises, reporting environnemental (GHG protocol, Global Reporting Initiative), système de management (ISO 14001, ISO 50001), audit environnement, stratégie environnement.
- Rôle des organisations à but non lucratif en lien avec la RSE en entreprise. Focus sur le CDP et la Science Based Target Initiative (SBTi).

Gestion de projet (outils/méthodes associés) :

- Définir une problématique, comprendre les enjeux (analyse des parties prenantes, analyse de matérialité, etc.)
- Brainstorming et génération d'idées (anti-problem, brainwriting, heuristic ideation technique, dot voting, impact/effort matrix, NUF test, etc.)
- Planification et implémentation d'un projet (sustainable business model canvas, roue de Deming (PDCA), objectifs SMART, graphic gameplan, matrice RASCI, Objectives and Key Results (OKRs), etc.)
- Mesure de l'impact, actions correctives et préventives (analyse de cause racine, etc.)
- Communication, éco-blanchiment/greenwashing

COMPÉTENCES VISÉES

Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale

MOTS-CLÉS

Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE), reporting environnemental, système de management, audit environnemental, gestion de projet, management

UE	COMPETENCES	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Droit de l'environnement, développement durable		
KSOX9AG2	Cours : 10h , TD : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Savoir identifier les différentes législations environnementales (ICPE, loi sur l'eau, espèces protégées, déchets...), Connaître les principes fondamentaux du droit de l'environnement, Se familiariser avec l'autorisation environnementale.Proposer des approches issues des sciences humaines des grandes questions environnementales. Ce module n'a pas d'objectif opérationnel, c'est un module dit d'ouverture.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Droit de l'environnement : les sources du droit de l'environnement, les principes du droit de l'environnement, législation sur l'eau, l'air, les déchets, la biodiversité, veille réglementaire, les ICPE, l'autorisation environnementale.
developpement durable :

- Proposer aux étudiants une réflexion sociologie et anthropologique sur les environnements des humains dans des cadres civilisationnels contrastés.
- D'exposer les grands dossiers contemporains concernant les activivtés humaines et leurs empreintes sur l'environnement (COP, Protocole de Kyoto, Club de Rome...)

COMPÉTENCES VISÉES

Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Droit de l'environnement, Michel Prieur, Dalloz, 8e édition ; Le droit de l'environnement, Jacqueline Morand-Deviller, PUF, Que-sais-je ? 12e édition
Lévêque Christian, Sciama Yves, 2005, Développement durable, Dunod

MOTS-CLÉS

Relations nature/culture, développement durable (définition et limites), sommets de la terre, Protocole de Kyoto,

UE	STAGE	30 ECTS	2nd semestre
KSODAAAU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 750 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique
Email : veronique.pont@utoulouse.fr

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Savoir situer son sujet de recherche dans le domaine scientifique correspondant ou son activité professionnelle dans le contexte industriel.
Savoir manipuler des données, utiliser et/ou développer un modèle, mener des expériences... pour obtenir des résultats scientifiques ou techniques nécessaires à l'analyse d'un problème scientifique ou au développement d'une solution industrielle.
Savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté avec un choix judicieux de figures.
Savoir présenter ses travaux avec pédagogie et défendre ses résultats devant une assistance.

COMPÉTENCES VISÉES

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et dans au moins une langue étrangère
Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
Prendre des responsabilités pour contribuer aux savoirs et aux pratiques professionnelles et/ou pour réviser la performance stratégique d'une équipe
Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
Conduire une analyse réflexive et distanciée prenant en compte les enjeux, les problématiques et la complexité d'une demande ou d'une situation afin de proposer des solutions adaptées et/ou innovantes en respect des évolutions de la réglementation
Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignantes et enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions.

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant·e au cours de son cursus.

LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant·e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant·e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT·E RÉFÉRENT·E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant·e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant·e, l'équipe pédagogique et l'administration.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition de compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.


Université
de Toulouse