

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

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/>

2023 / 2024

13 JUILLET 2023

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	38
TERMES GÉNÉRAUX	38
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	38
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	39

PRÉSENTATION

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'événements extrêmes 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

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 DYNAMIQUE DU CLIMAT

PONT Veronique

Email : veronique.pont@aero.obs-mip.fr

CONTACTS MENTION

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

SERCA Dominique

Email : serd@aero.obs-mip.fr

Téléphone : 0561332704

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

TOUBLANC Dominique

Email : dominique.toublanc@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 55 85 75

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe

Email : jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05.61.55.69.20

Université Paul Sabatier

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											
12	KSOD9AAU	PHYSICO-CHIMIE DES ENVELOPPES	I	3	O						
10	KSOD9AA1	Chimie de l'atmosphère				10					
11	KSOD9AA2	Physico-chimie de l'océan				10					
	KSOD9AA3	Bio-géochimie marine et climat				10					
14	KSOD9ABU	OCEAN	I	3	O						
15	KSOD9AB1	Océanographie régionale				10					
13	KSOD9AB2	Simulation Océan						10			
	KSOD9AB3	Océanographie Dynamique				10					
21	KSOD9ACU	CLIMAT ET RISQUES	I	9	O						
16	KSOD9AC1	Système climatique				10					
17	KSOD9AC2	Simulation Climat						10			
18	KSOD9AC3	Risques climatiques				10		6			
19	KSOD9AC4	Projet Climat Environnement							10		
20	KSOD9AC5	Impact des aérosols				10					
	KSOD9AC6	Surfaces Continentales				10					
22	KSOD9ADU	GEOPHYSIQUE	I	3	O						
24	KSOD9AD1	Dynamique des fluides géophysiques				10					
23	KSOD9AD2	Simulation Physique						10			
	KSOD9AD3	Simulation Numérique						10			
25	KSOD9AEU	ATMOSPHERE	I	6	O						
26	KSOD9AE1	Physique des nuages				10					
27	KSOD9AE2	Météorologie Dynamique				10					
28	KSOD9AE3	Couche limite				10					
29	KSOD9AE4	Simulation atmopshère						10			
	KSOD9AE5	Prévisions météorologiques et mesures aéroportées									3,33333333333333

* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage	Terrain
30	KSOD9AFU	OUTILS	I	3	O	10					
31	KSOD9AF1	Observations satellite				10					
32	KSOD9AF2	Rayonnement				10					
33	KSOD9AF3	Imagerie spectrale				6					
34	KSOD9AF4	Techniques de modélisation				10					
	KSOD9AF5	Sciences des données				10					
35	KSOD9AGU	COMPETENCES	I	3	O	10	10				
36	KSOD9AG1	Développement des compétences professionnelles				10	10				
	KSOD9AG2	Droit de l'environnement, développement durable				10	10				
Second semestre											
37	KSODAAAU	STAGE	II	30	O					6	

* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

LISTE DES UE

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

[\[Retour liste de UE \]](#)

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 submésos 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 biogéochimie
Modélisation et formalismes en biogéochimie marine,
Réseau trophique : Observations - Formalisme des termes sources moins puits
Couplage 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, biogéochimie, physique, couplage, couche de mélange, mésoéchelle, modèle, processus, climat

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

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VAN BEEK Pieter

Email : vanbeek@legos.obs-mip.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	1^{er} semestre
Sous UE	Chimie de l'atmosphère		
KSOX9AA1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SERCA Dominique

Email : serd@aero.obs-mip.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	1^{er} semestre
Sous UE	Océanographie Dynamique		
KSOD9AB3	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MORROW Rosemary

Email : rosemary.morrow@legos.obs-mip.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 currents
2) Large-scale wind-forced ocean circulation
3) Barotropic ocean circulation & vorticity applications
4) Vertical Stability & Stratification
5) Ocean surface mixed layer processes
6) Wind-forced planetary waves and mesoscale eddies
7) Subduction and the formation of the permanent thermocline
8) Submesoscale processes
9) Tropical ocean dynamics
10) 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 Geophysical 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	1^{er} semestre
Sous UE	Océanographie régionale		
KSOX9AB1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : francis.auclair@aero.obs-mip.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	1^{er} semestre
Sous UE	Simulation Océan		
KSOX9AB2	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[[Retour liste de UE](#)]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ULSES Caroline

Email : caroline.ulsesh@aero.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.org/10.1029/2003JC002019>. Ulses, C., et al. (2008). <https://doi.org/10.1029/2008G>

MOTS-CLÉS

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

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

[\[Retour liste de UE \]](#)

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](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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Risques climatiques		
KSOD9AC3	Cours : 10h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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 événements 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 (sécheresses, 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 éclaircies 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 O. 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	1^{er} semestre
Sous UE	Projet Climat Environnement		
KSOD9AC4	Projet : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1^{er} semestre
Sous UE	Impact des aérosols		
KSOD9AC5	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique

Email : veronique.pont@aero.obs-mip.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	1^{er} semestre
Sous UE	Surfaces Continentales		
KSOD9AC6	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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 culturelles.

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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Système climatique		
KSOX9AC1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 169 h

[[Retour liste de 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	GÉOPHYSIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Dynamique des fluides géophysiques		
KSOD9AD1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Basic equations and conservation principles
Shallow water, layer models and vertical modes
Vorticity and potential vorticity
Scale analysis and Quasi-geostrophic theory
Wave motion : Inertia gravity, Kelvin, Rossby
Tropical Dynamics : Matsuno-Gill theory
Instability : Barotropic and Baroclinic
Geostrophic 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	GÉOPHYSIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Simulation Numérique		
KSOD9AD3	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : francis.auclair@aero.obs-mip.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	GÉOPHYSIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Simulation Physique		
KSOX9AD2	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : francis.auclair@aero.obs-mip.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	1^{er} semestre
Sous UE	Physique des nuages		
KSOD9AE1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1^{er} semestre
Sous UE	Météorologie Dynamique		
KSOD9AE2	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Couche limite		
KSOD9AE3	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Simulation atmopshère		
KSOD9AE4	TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[[Retour liste de UE](#)]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHABOUREAU Jean-Pierre

Email : jean-pierre.chaboureau@aero.obs-mip.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Utilisation du modèle numérique Mésos-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 clés

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)]<https://doi.org/10.1256/qj.03.145>[/u] Lac, C. et al., [[u](https://doi.org/10.5194/gmd-11-1929-2018)]<https://doi.org/10.5194/gmd-11-1929-2018>[/u]

MOTS-CLÉS

Simulation numérique, convection, transport vertical

UE	ATMOSPHERE	6 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Prévisions météorologiques et mesures aéroportées		
KSOD9AE5	Terrain : 3,3333333333333333 demi-journées	Enseignement en français	Travail personnel 100 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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 Franczal, 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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Observations satellite		
KSOD9AF1	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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 principes d'acquisition au traitement des images optiques 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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Rayonnement		
KSOD9AF2	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GASTELLU ETCHEGORRY Jean-Philippe

Email : jean-philippe.gastellu@iut-tlse3.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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Imagerie spectrale		
KSOD9AF3	Cours : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Techniques de modélisation		
KSOD9AF4	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GIORDANI Hervé

Email : herve.giordani@meteo.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Avoir une vision des techniques de modélisation 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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Sciences des données		
KSOD9AF5	Cours : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 29 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Développement des compétences professionnelles		
KSOX9AG1	Cours : 10h , TD : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SERCA Dominique

Email : serd@aero.obs-mip.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	1 ^{er} semestre
Sous UE	Droit de l'environnement, développement durable		
KSOX9AG2	Cours : 10h , TD : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

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.

développement 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 activités 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-Deville, PUF, Que-sais-je ? 12e édition

Lévêque Christian, Sciamia 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	2 nd semestre
KSODAAAU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 750 h

[\[Retour liste de UE \]](#)

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PONT Veronique

Email : veronique.pont@aero.obs-mip.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

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.

