Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Sciences de l'univers et Technologies Spatiales

M2 techniques spatiales et instrumentation

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/
http://ezomp2.omp.obs-mip.fr/masterpa/index.php(siteactueldel'anciennementention)

2026 / 2027

23 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3
Mention Sciences de l'univers et Technologies Spatiales 3
Parcours 3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 techniques spatiales et instrumentation 3
RUBRIQUE CONTACTS 4
CONTACTS PARCOURS 4
CONTACTS MENTION 4
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Physique 4
Tableau Synthétique des UE de la formation 5
LISTE DES UE 7
GLOSSAIRE 40
TERMES GÉNÉRAUX 40
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 40
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 41

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION SCIENCES DE L'UNIVERS ET TECHNOLOGIES SPATIALES

Le master Sciences de l'Univers et Technologies Spatiales a pour but de former ses étudiants aux bases de l'Astrophysique, de la Planétologie, des Sciences de l'Espace, afin qu'ils puissent soit préparer une thèse de doctorat dans l'un de ces domaines soit trouver un emploi dans le secteur de l'industrie spatiale.

PARCOURS

L'objectif de ce master est de former des étudiants de physique qui deviendront les acteurs de demain dans le domaine des sciences et techniques spatiales. La formation fournit une vue d'ensemble des techniques spatiales, introduisant les contraintes de conception spécifiques aux véhicules spatiaux, leur développement, leurs tests et leurs opérations.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 TECHNIQUES SPATIALES ET INSTRUMENTATION

Le M2P TSI comporte six Unités d'Enseignement (UE). Les cinq premières UE réalisées pendant le premier semestre introduisent les différents concepts théoriques et pratiques dont ont besoin les étudiants pour s'insérer dans le tissu de l'industrie spatiale. Le premier semestre permet d'acquérir 39 ECTS. La dernière UE, réalisée pendant le second semestre, correspond à la mise en pratique des connaissances acquises dans les UE précédentes. Elle correspond à un stage de quatre à six mois réalisé de préférence en entreprise pendant lequel les étudiants essaient de résoudre un problème rencontré par les industriels du monde spatial. Elle donne aux étudiants 21 ECTS.
Le M2P TSI participe au SpaceMaster (sapcemaster.eu). A ce titre, plusieurs étudiants étrangers sont accueillis chaque année en deuxième année, après avoir effectué leur première année en Suède (Université de Lulea, campus de Kiruna). Afin de favoriser l'accueil d'étudiants non-francophones, la quasi-totalité des cours est dispensée en anglais.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 TECHNIQUES SPATIALES ET INSTRUMENTATION

FRUIT Gabriel
Email : gabriel.fruit@utoulouse.fr

LAMINE Brahim
Email : brahim.lamine@utoulouse.fr

SABBAH Hassan
Email : hassan.sabbah@utoulouse.fr

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

PEREA Helene
Email : helene.perea@univ-tlse3.fr Téléphone : 05.61.33.29.98

Université Paul Sabalier
OMP - Porte 84
118 route de Narbonne
31062 TOULOUSE cedex 9

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION SCIENCES DE L'UNIVERS ET TECHNOLOGIES SPATIALES

FRUIT Gabriel
Email : gabriel.fruit@utoulouse.fr

LAMINE Brahim
Email : brahim.lamine@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	Cours-TD	TD	TP	Stage*
	Premier semestre									
	KSUT9ACU	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	I	9	O					
27	KSUX9AC1	Astrophysique Expérimentale II (l'invisible) (AE2)				15			5	
28	KSUX9AC2	Traitement du signal et des images I (TSI 1)					6			
29	KSUX9AC3	Mécanique Spatiale Avancée (MSA)				12				
	Choisir 1 sous-UE parmi les 3 sous-UE suivantes :									
32	KSUX9AV1	Anglais						24		
26	KLAXILF1	Français grands débutants (Fr-GDeb)						24		
25	KLAXILE1	Français Langue Etrangère (FSI.Groupe-Langues)						24		
30	KSUX9AC4	Ingéniérie Systèmes ou Projets (ISP)				12				
31	KSUX9AC5	Le monde de l'entreprise (ME)				8		8		
22	KSUT9AAU	SYSTEMES SPATIAUX	I	6	O	30		48		
	KSUT9ABU	NUMÉRIQUES	I	9	O					
23	KSUT9AB1	Projet Python (PP)				12		12		
24	KSUT9AB2	Traitement du signal et de l'image II (TSI 2)				18		32		
	KSUT9ADU	TERRE-ESPACE	I	6	O					
33	KSUT9AD1	Simulation de Satellite C+ (SIMSAT)				8		24		
34	KSUT9AD2	Géodésie spatiale (GSER)				21		3		
35	KSUT9AD3	Exploration robotique (ER)				8		12		
36	KSUT9AD4	Observation de la Terre (OT)				16				
	Second semestre									
	KSUTAAAU	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	II	9	O					
37	KSUTAAA1	Projet Ballon-Nanosat							42	
38	KSUTAAA2	Travaux pratique TSI							42	

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

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	TD	TP	Stage*
39	KSUTAABU	STAGE EN ENTREPRISE	II	21	O					4

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
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	SYSTEMES SPATIAUX	6 ECTS	1er semestre
KSUT9AAU	Cours : 30h , TD : 48h	Enseignement en français	Travail personnel 72 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SABBAH Hassan
Email : hassan.sabbah@utoulouse.fr

UE	NUMÉRIQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Projet Python (PP)		
KSUT9AB1	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h

[Retour liste des UE]

UE	NUMÉRIQUES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Traitement du signal et de l'image II (TSI 2)		
KSUT9AB2	Cours : 18h , TD : 32h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'axe de présentation du module repose sur l'analyse des méthodes par l'angle de leur utilisation et de leur opérationnalité plus que par un développement théorique pointu en traitement du signal et des images. A la fin du module, l'étudiant doit être à même de prendre du recul sur un problème d'analyse d'images d'observation de la Terre et de développer de façon rationnelle une chaîne de traitement adaptée.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Images aériennes ou satellites, capteurs, caractéristiques des images : développer les méthodes et outils de traitement d'images et d'analyse de données régulièrement employées dans ce contexte (filtrage, segmentation, analyse de texture, fusion de données, classification supervisée et non supervisée, ACP, ...). ØSignaux' en 2D (Filtrage & Systèmes, Transformée de Fourier, TFCT, TO, AMR), Morphologie Mathématique, 3D, échantillonnage & Shannon, Contours, compression, Segmentation, Textures.
Analyse de données : apprentissage supervisée et non supervisée, Classification, Clustering, ACP, Pseudo-inverse, Fusion de données.

COMPÉTENCES VISÉES

A travers un projet utilisant des images provenant d'observations satellitaires (Terre, atmosphère, ciel), les étudiants seront amenés à mettre en pratique les enseignements d'informatique et de signal et images. Ils pourront utiliser les logiciels open source (Orfeo Toolbox, SNAP, GDAL, ...) de la communauté de la télédection pour retranscrire les algorithmes vus en cours thérorique. Ces travaux pratiques seront réalisées à partir de données disponibles gratuitement tel que les données Sentinelles. Ces projets leur permettront d'explorer les problèmatiques de l'Observation de la Terre via la mise en place d'un petite chaine de traitement.

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Français Langue Etrangère (FSI.Groupe-Langues)		
KLAXILE1	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DULAC Céline
Email : celine.dulac@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Développer ses compétences langagières et interculturelles en français durant un séjour d'études en France.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- compréhension et expression orales du français général de niveau A1/A2, B1 ou B2+ selon le cours suivi
- acquisition de vocabulaire et de structures de niveau A1/A2, B1 ou B2+ selon le cours suivi
- éléments de prononciation et de prosodie du français
- réflexion sur les différences interculturelles

PRÉ-REQUIS

Passation du test ELAO. L'étudiant-e suit le cours de son niveau (A1/A2, B1 ou B2).

SPÉCIFICITÉS

Ce cours est accessible uniquement aux étudiant-e-s étrangers-ères non francophones et en échange à l'UT3.

COMPÉTENCES VISÉES

Les compétences visées dépendent du niveau CECRL de l'étudiant-e ; chaque cours est adapté en fonction des descriptifs du CECRL.

MOTS-CLÉS

Français Langue Etrangère, Insertion, Interculturalité

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Français grands débutants (Fr-GDeb)		
KLAXILF1	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DULAC Céline
Email : celine.dulac@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

acquérir les compétences de base afin de pouvoir s'insérer plus facilement dans la vie quotidienne à Toulouse

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- compréhension et expression orales du français général de niveau A1
- acquisition de vocabulaire et de structures de niveau A1
- éléments de prononciation et de prosodie du français
- réflexion sur les différences interculturelles

PRÉ-REQUIS

No prior knowledge in French. / Aucune connaissance préalable du français.

SPÉCIFICITÉS

Ce cours est accessible uniquement aux étudiant-e-s des masters dispensés entièrement en anglais, à condition qu'ils-elles n'aient pas de connaissance préalable du français.

COMPÉTENCES VISÉES

- acquérir des compétences en expression et compréhension orales
- communiquer dans le cadre des tâches liées à la vie quotidienne
- exprimer son opinion sur des sujets simples
- acquérir certaines des connaissances lexicales et grammaticales du niveau A1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Communiqués par l'enseignant-e en début de semestre.

MOTS-CLÉS

Français Langue Etrangère, Insertion, Interculturalité

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Astrophysique Expérimentale II (l'invisible) (AE2)		
KSUX9AC1	Cours : 15h , TP : 5h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JEAN Pierre
Email : pierre.jean@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition d'un culture generale solide sur les systèmes d'observation pour l'astronomie au-delà du visible : Radio, Infrarouge, sub-mm, X- et Gamma, l'astronomie non-photonique, Astroparticules

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

systèmes d'observation pour l'astronomie *submillimétrique, *infrarouge, *UV, *X et *Gamma :
* domaine fréquentiel et types de sources * optiques (mirroirs, antennes radioastronomiques, télescopes Wolter, incidence rasante/multicouches, masques codés, télescopes Compton, hodoscopes, lentilles gamma, télescopes Cerenkov), * détecteurs (bolomètres, CCD, matrices, chaînes hétérodynes, galettes à microcanaux, microcalorimètres, détecteurs à gaz, scintillateurs, photomultiplicateurs, semi-conducteurs, bolomètres)* spectroscopie (dispersive, non-dispersive), imagerie, polarimétrie* Exigences mission (type(s) d'orbite, d'attitude, performance en pointage, contrôle thermique)* Astroparticules : détecteurs pour le rayonnement cosmique, télescopes neutrino ; détecteurs d'ondes gravitationnelles ; instruments pour la détection directe de la matière noire.

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Traitement du signal et des images I (TSI 1)		
KSUX9AC2	Cours-TD : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : herve.carfantan@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les instruments en sciences de l'Univers font l'acquisition de données correspondant à l'observation d'objets astrophysiques. Ces données ne consistent généralement pas en une mesure directe de quantités d'intérêt physiques, ce qui nécessite un traitement de ces données.
L'objectif de cette UE est d'introduire les outils permettant d'exploiter ces données.
L'accent sera mis sur les outils de l'estimation de paramètres et sera illustré par des exemples concrets de traitement de données en sciences de l'Univers

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Introduction à l'estimation et l'optimisation
II Analyse spectrale des signaux et cas de l'échantillonnage irrégulier
III. Représentations parcimonieuses des signaux et images et applications en sciences de l'Univers ;
IV. Déconvolution, problèmes inverses et applications en sciences de l'Univers
Illustration sur des exemples pratiques de méthodes numériques d'estimation et optimisation pour le traitement de données avec des applications telles que :
• Estimation de la PSF à partir de l'observation d'un objet non résolu
• Estimation de paramètres morphologie à partir de l'observation d'une galaxie
• Recherche de périodicité dans des signaux irrégulièrement échantillonnés
• Estimation d'une PSF à haute résolution à partir de plusieurs images basses résolutions
• Amélioration de la résolution d'images par déconvolution
Dans ces TPs en Matlab, les étudiants auront à programmer des méthodes simples et a exploiter des bibliothèques existantes pour des méthodes plus avancées

PRÉ-REQUIS

UE « Traitement du signal et des images » et « Statistiques pour le traitement de données » du M1 SUTS

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bayesian Approach to Inverse Problems, J. Idier, Ed., ISTE, 2008.
Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume 1 : Estimation Theory, S. Kay, Prentice Hall, 1993

MOTS-CLÉS

Traitement statistique du signal, estimation, optimisation, analyse spectrale, problèmes inverses, déconvolution, approximation parcimonieuse.

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Mécanique Spatiale Avancée (MSA)		
KSUX9AC3	Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'atteindre les principes généraux utilisés par le système de contrôle d'attitude et d'orbite (SCAO) Connaissance des fondamentaux du contrôle et de leur application au sysèmes de contrôle d'attitude. Introduction aux budgets de pointage.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappels M1 SUTS - Mouvement Képlérien. Satellites terrestres. Orbites. Perturbations Syste&#768 ;. de Commande d'Attitude et d'Orbite De&#769 ;finitions du contro&#770 ;le d'attitude : re&#769 ;fe&#769 ;rentiels utilise&#769 ;s dans le spatial, repre&#769 ;sentations d'attitude (Euler, matrice de passage, quaternion), e&#769 ;quat. cine&#769 ;matiques et dynamiques. Environnement spatial et couples perturbateurs : forces ae&#769 ;rodyna., densite&#769 ; atmosphe&#769 ;rique, pression solaire, champ magne&#769 ;tique terrestre, gradient de gravite&#769 ;. Rappel des senseurs / actuateurs les plus courants et de leur fonctionnement : Senseurs solaires, terrestres, d'e&#769 ;toiles, magne&#769 ;tome&#768 ;tre, gyroscope, tuye&#768 ;res, roues a&#768 ; re&#769 ;actions, et magne&#769 ;to-coupleurs, Introduction au problème du contrôle : Système, identification, simulation, contrôle. Principe de la contre-réaction. Fonction de transfert : Représentations d'état, transformée de Laplace, diagrammes par bloc, systèmes linaires ; PID, avance de phase, filtrage, stabilite&#769 ; des syst, line&#769 ;aires, applications aux modes souples (panneaux solaires), Introduction aux budgets de pointage.

PRÉ-REQUIS

Introduction aux techniques spatiales du M1 SUTS

COMPÉTENCES VISÉES

- Comprendre les principes de base de l'orientation dans l'espace des objets artificiels.
- Être capable de modéliser les systèmes de contrôle associés
- Appréhender les technologies nécessaires

MOTS-CLÉS

=9.0ptSyste&#768 ;me de Commande d'Attitude et d'Orbite, systèmes de contrôle, budget de pointage

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Ingéniérie Systèmes ou Projets (ISP)		
KSUX9AC4	Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Ce cours présente la notion de Système, la complexité technique et organisationnelle associée lorsqu'il s'agit de le réaliser, et introduit les concepts de l'Ingénierie Système, qui regroupe l'ensemble des activités permettant de passer d'un besoin exprimé à une solution réalisée conforme au besoin. Sont abordés les aspects suivants :
- Le point de vue technique : comment réaliser un système qui réponde aux attentes du client ?
- Le point de vue organisationnel : cycle de vie des projets spatiaux, processus de gestion de projets, découpage en tâches (WBS), planification, gestion des risques, gestion de la communication.

Le cours est illustré par des exemples de grands systèmes spatiaux (ex : Système de navigation GALILEO).
Des exercices ponctuent le cours afin de permettre aux étudiants d'assimiler les diverses notions vues au fur à mesure. Afin que les étudiants se concentrent sur la méthodologie et non sur le contenu, ces exercices sont choisis volontairement hors discipline spatiale.

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Le monde de l'entreprise (ME)		
KSUX9AC5	Cours : 8h , TD : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Se préparer à intégrer une entreprise industrielle

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Qu'est-ce qu'une entreprise industrielle ? Comment fonctionne t'elle ?
Optimiser la recherche de stage et réussir les entretiens : comment élaborer un CV (français et européen), une lettre de motivation, gérer son réseau, se préparer aux entretiens (cours théoriques et simulations individuelles).

UE	ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Anglais		
KSUX9AV1	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 135 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARTIN-GOMEZ Laura
Email : laura.martin-gomez@univ-tlse3.fr

MURAT Julie
Email : julie.murat@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Savoir communiquer à l'orale et à l'écrit des idées scientifiques et techniques
Savoir comprendre un discours scientifique ou technique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Rédiger un résumé d'article ou de proposition en anglais
- Rédiger un article scientifique en anglais
- Rédiger une proposition en anglais
- Evaluer des propositions en anglais
- Postuler pour un travail (CV, lettre de motivation) en anglais
- Savoir passer un entretien en anglais
- Présenter un travail à l'orale en anglais
- Poser des questions en anglais
- Présenter un travail à l'écrit (affiche) en anglais
- Mener un débat en anglais
- Comprendre un article/ une présentation en anglais
- Ecrire un comminiqué de presse en anglais

PRÉ-REQUIS

Anglais scientifique niveau M1

COMPÉTENCES VISÉES

Savoir lire, écrire, comprendre et parler l'anglais scientifique et technique

UE	TERRE-ESPACE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Simulation de Satellite C+ (SIMSAT)		
KSUT9AD1	Cours : 8h , TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 58 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

As computers are becoming ubiquitous on the desktop and in the developed devices programming is now utterly important and this course proposes an initiation to the C++ language. C++ provides evolved object-oriented paradigm that showed success in the development of complex and industrial system but permits also low-level hardware access to drive very specific devices as found in space and embedded systems. This course tries to provide bases to beginners and to propose more complex exercices to more experimented programmers.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Object-oriented topics will be presented : object and class paradigm, class member protection, references and pointers, static and dynamic polymorphism, class inheritance, basic knowledge of STL (Standard Template Library). Learning sessions will be organized as short sequences of presentation followed by pedagogic sequences of exercices and experimentation in Eclipse development environment.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Stroustrup. The C++ Programming Language, 4th Edition Pearson Education 2013.
- Meyers. Effective Modern C++, O'Reilly 2014.
- Gamma R. et al Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented S/W. Addison-Wesley 1994

MOTS-CLÉS

object programming, C++, STL

UE	TERRE-ESPACE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Géodésie spatiale (GSER)		
KSUT9AD2	Cours : 21h , TD : 3h	Enseignement en français	Travail personnel 58 h

[Retour liste des UE]

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette UE est transverse car elle fait la connexion et repose sur les connaissances acquises dans les UE12 (Télécommunications Spatiales et Navigation), UE52 (Mécanique spatiale avancée), et les autres modules de l'UE4 (Terre-Espace). Le cours se base sur le thème de l'exploitation scientifique des données des systèmes de navigation GNSS. Au travers de ce sujet de géodésie spatiale de nombreuses notions fondamentales courantes dans les systèmes spatiaux sont abordés : champ de gravité, déformation de la Terre, rotation de la Terre, mouvement du pole, repère céleste, repère terrestre, trajectoire de satellites, propagation d'ondes radioélectriques, méthodes inverses. Ce cours est aussi illustré par de nombreux exemples d'utilisation scientifique des GNSS. Il est complété par un TP consistant à acquérir et traiter des mesures des satellites GNSS.

UE	TERRE-ESPACE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Exploration robotique (ER)		
KSUT9AD3	Cours : 8h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 58 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir des connaissances sur la science et les technologies (au service de la Science !) qui permettent d'étudier le Système Solaire. Ce module discute également la gestion de projets, et la politique spatiale nationale et internationale.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'étude du Système Solaire s'organise autour de 3 grandes thématiques :
(1) origine du Système Solaire et de la matière primitive,
(2) propriétés et évolution des planètes,
(3) habitabilité des planètes. Nous décrirons comment ces thématiques se traduisent en « grandes questions », qui à leur tour se transposent en termes d'objectifs scientifiques portés par des missions robotiques d'exploration du Système Solaire.
Nous illustrerons notre propos à partir des projets emblématiques de la discipline : Messenger (Mercure), Venus Express, Magellan (Vénus), Mars Odyssey, Mars Express, Curiosity (Mars), DAWN (Astéroïde), Rosetta (Comète), Voyager, Cassini, Juno (planètes géantes).
Nous verrons quels instruments scientifiques ont été imaginés et leur relation aux objectifs de chaque mission (spécifications scientifiques, matrice de traçabilité), comment ils ont été construits et enfin quels en sont les résultats les plus marquants.
En résumé, il s'agit de parler de science, de technologie (au service de la Science !), mais aussi de gestion de projets, de politique spatiale nationale et internationale.

UE	TERRE-ESPACE	6 ECTS	1er semestre
Sous UE	Observation de la Terre (OT)		
KSUT9AD4	Cours : 16h	Enseignement en français	Travail personnel 58 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de poser les bases de la télédétection dans le domaine électromagnétique (domaine optique et microonde). Plusieurs sujets sont ainsi abordés : rappels des propriétés physiques des matériaux, description physique du système Terre-atmosphère, transfert radiatif afin de comprendre le signal incident au capteur, description des principales techniques d'imagerie active et passive, prétraitement afin de s'assurer de la qualité radiométrique des mesures. Enfin, ce cours se focalise sur différentes applications en posant les enjeux sociétaux inhérents suivis par une description de traitements nécessaires pour extraire les informations caractérisant le milieu étudié.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours offre une vue d'ensemble des enjeux de la télédétection et plus particulièrement de l'observation de la Terre. Sont notamment évoqués les grands programmes européens et
mondiaux, leurs causes, leurs conséquences, l'impact des satellites sur notre vie quotidienne. Ce descriptif débouche naturellement sur les applications opérationnelles de l'observation de la Terre par satellites : quelles sont-elles ? Quelles utilisations actuellement ? Dans le futur ? Quel degré d'opérationnalité peut-on attendre et atteindre ?

COMPÉTENCES VISÉES

Disposer des compétences nécessaires pour exploiter des données en télédétection quantitative.

MOTS-CLÉS

Télédétection, optique, microonde, imageur, LIDAR, SAR

UE	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Projet Ballon-Nanosat		
KSUTAAA1	TP : 42h	Enseignement en français	Travail personnel 141 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SABBAH Hassan
Email : hassan.sabbah@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif principal de ce cours est de créer un environnement dans lequel les étudiants peuvent planifier et réaliser une mission de projet de ballon avec une charge utile scientifique et sélectionner et évaluer de manière critique les informations scientifiques et techniques pertinentes dans ce domaine
Concevoir, développer, assembler et tester une charge utile scientifique qualifiée pour une mission en ballon stratosphérique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Il s'agit d'un cours basé sur un projet dans lequel les étudiants gèrent un programme régulier de ballons à haute altitude en suivant le cycle complet d'une mission spatiale. Ils commencent par analyser les missions précédentes de ballons stratosphériques développées par les étudiants. Puis, en petites équipes spécialisées, ils abordent les différents aspects d'une mission spatiale : architecture mécanique, thermique, électrique ; contrôle d'attitude et navigation (passive), production et gestion de l'énergie, traitement des données à bord, télémétrie des données, exploitation de la charge utile et acquisition des données, ainsi que gestion du projet. Après avoir choisi un ou plusieurs objectifs scientifiques, les étudiants conçoivent, construisent et testent (y compris le vide et la cryogénie) leur charge utile pour étudier l'atmosphère ou pour tester une nouvelle technologie dans l'espace. A la fin du premier semestre, la charge utile du ballon est alors lancée depuis Aire-sur-l'Adour en collaboration avec la division ballons du CNES.

SPÉCIFICITÉS

- définir les objectifs primaires et secondaires de la mission en rédigeant des spécifications détaillées
- sélectionner et évaluer de manière critique les informations scientifiques et techniques pertinentes pour la mission
- définir et rédiger le cahier des charges et les exigences de la nouvelle mission
- mettre en œuvre des compétences en gestion de projet, en suivant le cycle complet d'une mission spatiale, structurer un flux de travail efficace
- choisir la charge utile et les instruments (y compris les microcontrôleurs et les détecteurs) les plus appropriés pour la missions spatiales scientifiques
- appliquer les connaissances en sciences et en ingénierie pour résoudre les problèmes de la mission
- identifier les besoins de connaissances supplémentaires et prendre la responsabilité de l'acquisition de ses connaissances.
- programmer le système embarqué de la charge utile
- démontrer des compétences sociales et être capable de travailler efficacement en groupe
- fournir un rapport détaillé des phases de lancement et de test
- lister et réaliser des tests sous vide et cryogéniques
- lister et réaliser les tests des sous-systèmes de la charge utile, y compris l'électronique.
- réaliser la génération et la gestion de l'énergie pour un système embarqué.
- réaliser la collecte de données à partir d'un système embarqué
- réaliser la transmission de données par télémétrie, le stockage et le traitement.

UE	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Travaux pratique TSI		
KSUTAAA2	TP : 42h	Enseignement en français	Travail personnel 141 h

[Retour liste des UE]

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but de ces travaux pratiques est de familiariser les étudiants avec des techniques d'instrumentation notamment celles employées dans le domaine spatial. Ils réaliseront des expériences liées aux contraintes subies par les systèmes spatiaux telles que les variations de pression et de température, l'effet des transferts radiatifs, des vibrations et l'étude des phénomènes de compatibilité électromagnétique. Le module comprend aussi une partie liée à l'acquisition des données de différents types de capteurs utilisés sur des systèmes embarqués.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Bruits fondamentaux en électronique et en optique, détection synchrone et acquisitions et analyse des données.
- Caractérisation d'un circuit à vide : mesure de vide primaire et secondaire, interfaçage et calibration de différents capteurs de pression.
- Rayonnement thermiques : équilibre de rayonnement et vide primaire, interfaçage de thermocouple et mesure de l'émissivité des matériaux utilisés sur des systèmes spatiaux.
- Caractérisation d'antennes et mesure de compatibilité électromagnétique : familiarisation avec les instruments de mesure dans le domaine fréquentiel, gain d'antennes, diagramme d'émission et mesure de la puissance isotrope rayonnée équivalente. Test de compatibilité de différents composants.
- Etude des ondes centimétriques/hyperfréquences
- Mesures par interférométrie optique : interféromètre de Michelson, asservissement de la position d'un miroir, mesures de vibrations, détecteur de phase.
- Initiation à la programmation d'un microcontrôleur : mesure de vibration avec un accéléromètre.

COMPÉTENCES VISÉES

- Mettre en oeuvre un dispositif expérimental complexe
- Analyser les bruits et déterminer les performances ultimes d'un dispositif.
- Synthétiser et présenter les résultats d'expérience.

UE	STAGE EN ENTREPRISE	21 ECTS	2nd semestre
KSUTAABU	Stage : 4 mois minimum	Enseignement en français	Travail personnel 525 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SABBAH Hassan
Email : hassan.sabbah@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage a pour but de mettre en œuvre les connaissances théoriques, expérimentales ou numériques acquises dans les modules de formation du M2TSI. Capabilité de s'adapter à un environnement professionnel et aux aléas d'un projet industriel / spatial.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Stage de fin d'étude de 4-6 mois en entreprise ou en laboratoire de recherche.
Découverte de l'entreprise/laboratoire dans ses aspects sociaux, scientifiques, techniques, économiques et organisationnels.
Découverte de la réalité de l'activité d'un ingénieur dans le domaine du spatial, ou/et de l'instrumentation.
Travaux d'études et/ou de réalisations en entreprise/laboratoire conforme à un programme.
Acquisition de connaissances et savoir-faire du milieu professionnel.

COMPÉTENCES VISÉES

Capacité à utiliser l'ensemble des acquis académiques dans le cadre de la mission du stage.
Développement des compétences personnelles et relationnelles : initiative, sens de l'organisation, adaptabilité, travail en équipe, autonomie.
Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
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.

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