

PÉRIODE D'ACCREDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

## SYLLABUS MASTER

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

M1 sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat

---

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

2022 / 2023

27 JANVIER 2023

# SOMMAIRE

---

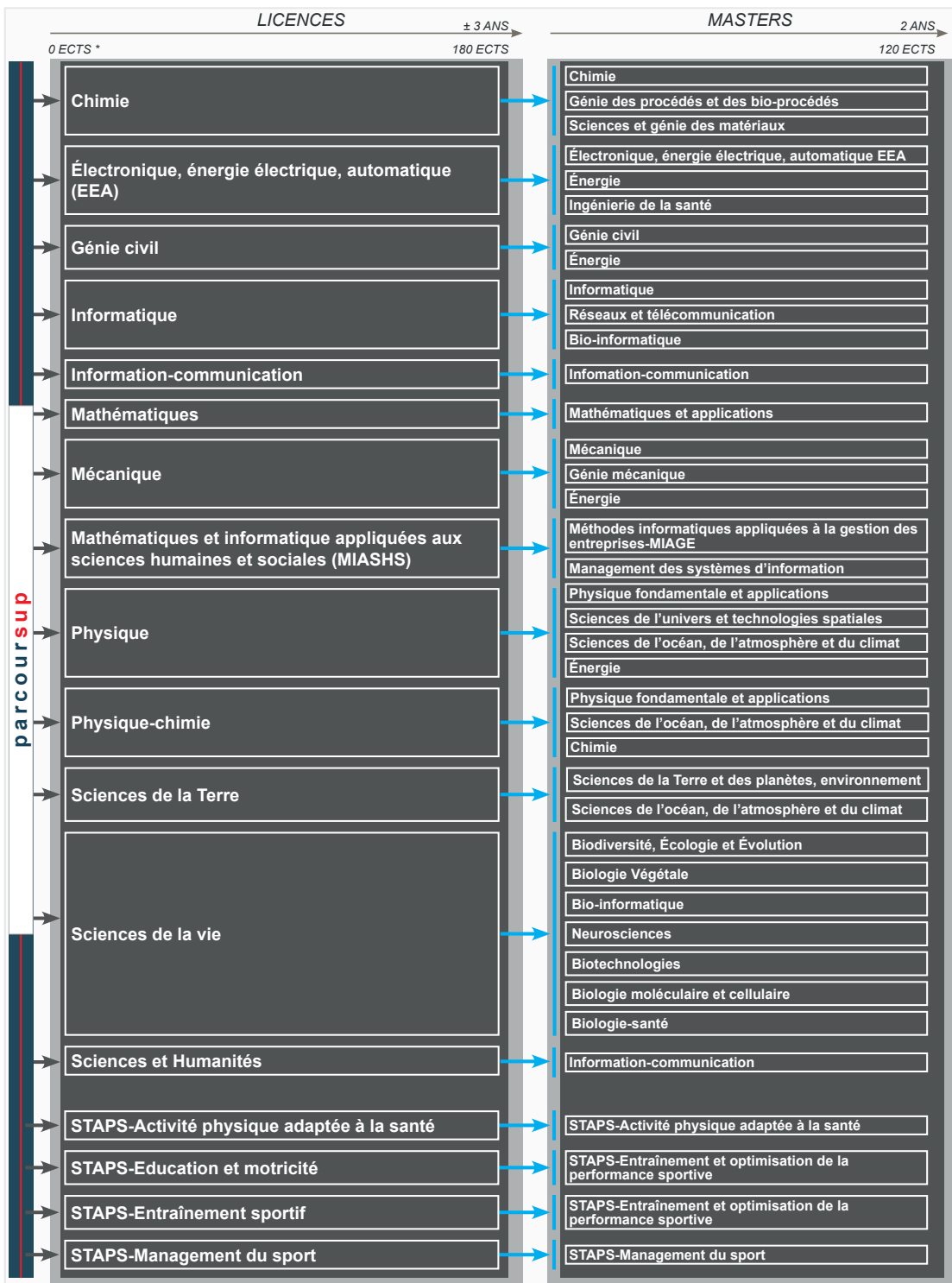
SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	3
PRÉSENTATION . . . . .	4
PRÉSENTATION DE LA MENTION . . . . .	4
Mention Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat . . . . .	4
Compétences de la mention . . . . .	4
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat . . . . .	4
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 . . . . .	36
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	36
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	36
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	37

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE-MASTER À UT3

## SCHÉMA ARTICULATION LICENCE-MASTER À UT3

Ce tableau précise les mentions de licences conseillées pour l'accès aux masters d'UT3 aux étudiants effectuant un cursus complet d'études à UT3.

→ Accès non sélectif avec capacité d'accueil    → Accès sélectif (concours ou dossier)    \* European Credits Transfer System



Toutes les mentions de licence permettent la poursuite vers des parcours du Master MEEF qui sont portés par l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (INSPE) de l'Université Toulouse II - Jean-Jaurès.

Sources : Arrêté d'accréditation UT3 du 31 août 2021 et Arrêté du 31 mai 2021 modifiant l'arrêté du 6 juillet 2017 fixant la liste des compatibilités des mentions du diplôme national de licence avec les mentions du diplôme national de master. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043679251> et arrêté d'accréditation UT3

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION

### 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

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 SCIENCES DE L'OCÉAN, DE L'ATMOSPHÈRE ET DU CLIMAT

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 SCIENCES DE L'OcéAN, DE L'ATMOSPHERE ET DU CLIMAT

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

SERCA Dominique

Email : [serd@aero.obs-mip.fr](mailto:serd@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332704

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION SCIENCES DE L'OcéAN, DE L'ATMOSPHERE ET DU CLIMAT

SERCA Dominique

Email : [serd@aero.obs-mip.fr](mailto:serd@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332704

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

TOUBLANC Dominique

Email : [dominique.toublanc@univ-tlse3.fr](mailto:dominique.toublanc@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 85 75

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe

Email : [jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr](mailto:jean-christophe.thomas@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05.61.55.61.68

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
<b>Premier semestre</b>											
10	KSOT7AAU	MÉTÉOROLOGIE 1	I	6	O						
		KSOT7AA1 Météorologie Générale 1				12	12				
11		KSOT7AA2 Météorologie Dynamique et Turbulence 1				12	12				
12		KSOT7AA3 Météorologie Pratique						12			
14	KSOT7ABU	PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 1	I	9	O						
		KSOX7AB1 Dynamique des Fluides 1				12	12				
15		KSOX7AB2 Phénomènes Hors Equilibre (PHE)				6	6				
16		KSOX7AB3 Dynamique des fluides pratique (PHE)						8			
13		KSOT7AB4 Modélisation Atmosphère Océan 1						30			
17	KSOT7ACU	PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 2	I	6	O						
		KSOT7AC1 Dynamique des Fluides 2				12	12				
19		KSOX7AC2 Physique Non Linéaire				6	6				
18		KSOT7AC3 Modélisation Atmosphère Océan 2				4		26			
20	KSOT7ADU	OCÉANOGRAPHIE 1	I	3	O						
		KSOT7AD1 Bases de l'Océanographie				18	18				
21		KSOT7AD2 TP Terrain Océan									6
22	KSOT7AEU	STATISTIQUES ATMOSPHERE OCEAN	I	3	O	12	12				
<b>Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :</b>											
23	KSOT7AVU	ANGLAIS	I	3	O		24				
24	KSOT7AXU	ESPAGNOL	I	3	O		24				
<b>Second semestre</b>											
25	KSOT8AAU	MÉTÉOROLOGIE 2	II	6	O						
		KSOT8AA1 Météorologie Générale 2				12	12				
26		KSOT8AA2 Météorologie Dynamique et Turbulence 2				12	12				

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

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage	Terrain
27	KSOT8ABU	MESURES ATMOSPHERE	II	3	O						6
28	KSOT8AB1	TP Terrain Atmosphere						12			
	KSOT8AB2	Instrumentation Météo									
29	KSOT8ACU	POLLUTION ATMOSPHERIQUE	II	3	O	20	20				
30	KSOT8ADU	OCÉANOGRAPHIE 2	II	6	O						
31	KSOT8AD1	Physique de l'Océan				24	12	4			
	KSOT8AD2	Chimie Marine				18	18				
32	KSOT8AEU	PHYSIQUE DE LA BIOSPHERE ET TÉLÉDÉTECTION	II	3	O	20	8	12			
33	KSOT8AFU	GÉOPHYSIQUE PRATIQUE	II	3	O			12			
34	KSOT8AGU	STAGE PROJET	II	6	O						
35	KSOT8AG1	Projet Personnel et Professionnel							41,75		
	KSOT8AG2	Stage en Laboratoire ou en Entreprise								2	

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





---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>MÉTÉOROLOGIE 1</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie Générale 1		
<b>KSOT7AA1</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 90 h

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

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

COQUILLAT Sylvain

Email : [sylvain.coquillat@aero.obs-mip.fr](mailto:sylvain.coquillat@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître et comprendre les conditions atmosphériques à l'origine de la formation des nuages qui sont à l'origine, via les aérosols, d'une grande incertitude sur les projections climatiques futures. Maîtriser les concepts de thermodynamique de l'atmosphère, de processus de condensation, d'instabilité de l'atmosphère, et de formation des nuages.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Structure et composition de l'atmosphère. Thermodynamique de l'air atmosphérique, changements de phase, transformations adiabatiques et pseudo adiabatiques. Processus de condensation par refroidissement isobare, par détente adiabatique, par apport de vapeur d'eau, par mélange et turbulence. Mouvements verticaux, énergie mise en jeu, conditions de stabilité et d'instabilité, critères de Pone, convection, CAPE, CIN. Formation des nuages, classification des nuages, détermination des nuages à partir des radiosondages, analyse des nuages à partir d'observations satellitaires.

### PRÉ-REQUIS

Thermodynamique (1er principe), calcul différentiel, calcul d'intégrales.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Météorologie Générale (J.-P. triplet et G. Roche, Edition Météo France) Fondamentaux de Météorologie (S. Malardel, Edition Cépaduès) Meteorology for Scientists and Engineers (R. Stull, Edition Brooks/Cole)

### MOTS-CLÉS

Météorologie, atmosphère, thermodynamique, instabilité, adiabatisme, pseudo adiabatisme, processus de condensation, nuages

<b>UE</b>	<b>MÉTÉOROLOGIE 1</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie Dynamique et Turbulence 1		
<b>KSOT7AA2</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 90 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître et comprendre les phénomènes de base de la Couche Limite Atmosphérique (CLA).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Equations de base de la Couche Limite Atmosphérique, approximation de Boussinesq, CLA neutre; spirale d'Ekman; couche de surface; équations aux fluctuations; nombre de Richardson; longueur de Monin-Obukhov; énergie cinétique turbulente.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### SPÉCIFICITÉS

Enseignement articulé avec les modules de météorologie pratique et de TP terrain atmosphère.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Holton J. R., An introduction to dynamic meteorology, Academic Press

Malardel S., Fondamentaux de météorologie; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

Stull R. B., An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Academic Publishers

### MOTS-CLÉS

Météorologie, atmosphère, turbulence

<b>UE</b>	<b>MÉTÉOROLOGIE 1</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie Pratique		
<b>KSOT7AA3</b>	TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 90 h

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

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Pratique de la météorologie par l'étude de phénomènes météorologiques illustrés par des cas récents. Présentations orales.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Analyse d'événements météorologiques aux échelles continentales, régionales et locales réalisée par les étudiants en trinômes, avec présentation orale avec support vidéo à toute la promotion, suivie d'une période de questions/réponses entre étudiants.

### PRÉ-REQUIS

Notions apprises dans le cadre des modules de Météorologie Générale et de Météorologie Dynamique et Turbulence, et mises en pratique dans cet exercice d'analyse

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Malardel S., Fondamentaux de météorologie ; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHÈRE 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Modélisation Atmosphère Océan 1		
<b>KSOT7AB4</b>	TP : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h
<b>Sillon(s) :</b>	Sillon 1		

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

« Simuler numériquement » un écoulement fluide au moyen d'un ordinateur portable (sous LINUX), d'un langage de programmation compilé et d'un langage d'analyse et de tracé simple.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Programmation (sous LINUX) :

modélisation dans un langage compilé (Fortran)

analyse/tracé des résultats dans un langage interprété (Python ou Octave/Matlab)

modélisation numérique de l'advection et de la diffusion d'un nuage de pollution,

modélisation numérique d'une couche fluide peu profonde,

programmation en parallèle sous MPI.

- Analyse numérique :

propriétés des schémas numériques espace-temps : troncature, stabilité, dispersion, convergence...

théorème de Lax,

facteurs d'amplification,

notion de CFL,

analyse de Von Neumann,

équations modifiées.

## PRÉ-REQUIS

Programme de Licence en Physique et Mathématiques, Notions de programmation scientifique.

## SPÉCIFICITÉS

Les « Travaux Dirigés sur Ordinateur » s'appuient sur un tutoriel et sur l'ordinateur portable de la formation. Les séances sont ponctuées de « petits cours » introduisant les bases de l'analyse et de la programmation numériques et faisant le lien avec les cours de dynamique des fluides 1 et 2.

## COMPÉTENCES VISÉES

Voir Compétences de la Mention.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Durran D.R., Numerical Methods for Fluid Dynamics, pp. 516, *Text in Applied Mathematics*. Springer.

## MOTS-CLÉS

Programmation scientifique dans un langage compilé sous LINUX, Utilisation d'un langage interprété, Simulation numérique, analyse numérique.

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHÈRE 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Dynamique des Fluides 1		
<b>KSOX7AB1</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h
<b>Sillon(s) :</b>	Sillon 1		

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

le cours de Dynamique des Fluides 1 propose en 24 heures (12h de cours magistral, 12h de travaux dirigés) une approche rigoureuse et appliquée de la dynamique et de la thermodynamique des fluides.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### — Physique, Cinématique et dynamique des fluides

Description macroscopique, tenseur déformation et tenseur des contraintes, équation de continuité, loi(s) de comportement, équations du mouvement en écoulement compressible, équations de conservation des traceurs.

### — Thermodynamiques des fluides

Equation d'état, 1er et 2nd principes de la thermodynamique (équation de l'énergie interne, de la chaleur et de l'entropie...).

### — Ecoulements de fluides réels

Analyse dimensionnelle et notion de similitude. Ecoulement de couche limite (équations de Prandtl, application à la couche limite de Blasius). Principales classes d'hypothèses pour les modèles fluides (Boussinesq...), force exercée par un fluide visqueux sur un solide à petit et grand nombre de Reynolds.

### — Dynamique des fluides en rotation

Modèle fluide en milieu tournant, nombre sans dimension caractéristiques, écoulement géostrophique, colonnes de Taylor-Proudman, vent thermique.

### — Ondes dans les fluides

Notion de perturbation d'un écoulement, équations vérifiées par les perturbations d'amplitude infinitésimale. Ondes acoustiques. Ondes de surface capillaire et de gravité. Ondes internes.

## PRÉ-REQUIS

Statique des fluides et dynamique des fluides parfaits.

## COMPÉTENCES VISÉES

Voir Compétences de la Mention.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin, Petit : Hydrodynamique physique. EDP Sciences/ CNRS Edition.

## MOTS-CLÉS

dynamique des fluides, thermodynamique des fluides, processus ondulatoires en milieu fluide.

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHÈRE 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Phénomènes Hors Equilibre (PHE)		
<b>KSOX7AB2</b>	Cours : 6h , TD : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOURNIER Richard

Email : [richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr](mailto:richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement donnera un premier éclairage de la pratique scientifique associée aux questions transversales de la physique, chimie et biologie dans des situations de proches ou lointain hors équilibre. Ce cours ne prétend à l'exhaustivité ni sur le plan des modèles, ni sur le plan méthodologique mais doit permettre, au travers d'applications issues de la pratique actuelle, de parcourir les concepts dans une contextualisation de type questionnements de recherche.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Espace des phases, milieux continus et applications, physique des fluides, descriptions lagrangienne et eulérienne : les équations de conservation de la physique des fluides. Fonction de distribution, théorie du transport, théorie cinétique, équation de Boltzmann. Analyse intégrale (passage au point de vue probabiliste - Feynman Kac), méthodes statis-tiques, Simulation Monte Carlo (linéaire et extension vers le non linéaire).

### PRÉ-REQUIS

Mathématiques : algèbre linéaire, transformées de Fourier et Laplace, distributions. Physique de niveau licence, dynamique des fluides.

### MOTS-CLÉS

Hors équilibre - Fonction de distribution - Formulations statistiques - Monte Carlo

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Dynamique des fluides pratique (PHE)		
<b>KSOX7AB3</b>	TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 151 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOURNIER Richard

Email : [richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr](mailto:richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Mise en œuvre des concepts de la physique des phénomènes hors-équilibre au sein d'un projet collectif. Approfondissement par confrontation à une situation professionnelle de conception d'une expérience ou de d'exploitation de données expérimentales.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La promotion sera divisée en 5 groupes engagés dans un même projet collectif, chaque groupe ayant la responsabilité d'une des dimensions complémentaires du projet. A titre illustratif, le projet pourra concerner un phénomène de morphogénèse résultant d'un couplage réacto-diffusif. Trois groupes travailleront sur des alternatives de modélisation de la diffusion (diffusion macroscopique, mouvement brownien, marche aléatoire sans mémoire) et deux groupes travailleront sur la question des données expérimentales (analyse des données existantes au regard de l'un des trois modèles, production de données synthétique pour la validation des outils d'analyse). Le concret de cette mise en situation est avant tout un moyen de justifier un approfondissement des concepts abordés en cours de PHE et PNL.

### PRÉ-REQUIS

Phénomènes hors-équilibre & Physique non-linéaire

### MOTS-CLÉS

Modélisation, Diffusion, Mouvement brownien, Marche aléatoire sans mémoire, Démarche expérimentale (phase de conception), Traitement statistique.



<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Dynamique des Fluides 2		
<b>KSOT7AC1</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 84 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le cours de Dynamique des Fluides 2 est une introduction aux écoulements fluides instables, à la transition vers la turbulence et à la turbulence pleinement développée.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Tourbillon et vortacité : évolution de la vortacité, théorèmes de Kelvin, de Taylor-Proudman et de Ertel.
- Écoulements instables : dissipation, notions de stabilité, analyse de stabilité linéaire, instabilités thermodynamiques (instabilité convective...), instabilités mécaniques (paradoxe du fluide parfait, instabilité barotrope, instabilité barocline, instabilité de Kelvin-Helmholtz...).
- Route vers le chaos : scénarios de transition turbulente en instabilité convective, transition turbulente des écoulements « ouverts » (écoulement de Poiseuille plan, couches limites, intermittence...), notion de chaos (définitions, exemples, outils d'analyse...).
- Turbulence développée : taux de dissipation, paradoxe de la dissipation à grand nombre de Reynolds, cascade de Richardson - Kolmogorov, théorie de Kolmogorov, intermittence, turbulence et vortacité en 2D et 3D.

### PRÉ-REQUIS

*Syllabus de dynamique des fluides 1.*

### COMPÉTENCES VISÉES

Voir Compétences de la mention.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin, Petit : Hydrodynamique physique. EDP Sciences/ CNRS Edition.

### MOTS-CLÉS

Écoulements fluides instables, turbulence.

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Modélisation Atmosphère Océan 2		
<b>KSOT7AC3</b>	Cours : 4h , TP : 26h	Enseignement en français	Travail personnel 84 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOYET Hervé

Email : [herve.hoyet@univ-tlse3.fr](mailto:herve.hoyet@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduire les techniques de simulation numérique par différences finies. Mettre en évidence le rôle du maillage dans les erreurs. Mettre en évidence les erreurs d'arrondi, les erreurs de troncature. Choix de méthode de résolution.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappel sur le système d'exploitation UNIX/LINUX

Rappel ou introduction à un langage simple de programmation scientifique Matlab

Méthodes Numériques : Intégration numériques, Résolution des équations différentielles ordinaires : oscillateur harmonique, Oscillateur de Van der Pol, modèle de Lorentz. Résolutions des équations aux dérivées partielles : Équation de diffusion de la chaleur de la chaleur. Ajustement linéaire, non linéaire, optimisation. Transformée de Fourier discrète.

### PRÉ-REQUIS

Niveau de mathématique de niveau usuel en Licence de Physique

Niveau élémentaire en algorithmique

### COMPÉTENCES VISÉES

Savoir mettre en œuvre les méthodes de simulation numériques simples.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Octave and MATLAB for Engineers

Andreas Stahel, Bern University of Applied Sciences, Switzerland September 2020, creative commons téléchargeable à l'adresse ci-dessous :

<https://web.sha1.bfh.science/Labs/PWF/Documentation/OctaveAtBFH.pdf>

### MOTS-CLÉS

Simulation numérique, différence finie, Transformation de Fourier discrète, Matlab, Octave

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE OCÉAN ATMOSPHERE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Physique Non Linéaire		
<b>KSOX7AC2</b>	Cours : 6h , TD : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 84 h

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

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BLANCO Stéphane

Email : [stephane.blanco@laplace.univ-tlse.fr](mailto:stephane.blanco@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement donnera un premier éclairage de la pratique scientifique associée aux questions transversales de la physique, chimie et biologie concernant les spécificités des modèles non linéaires dans des situations de proches ou lointain hors équilibre.

Ce cours ne prétend à l'exhaustivité ni sur le plan des modèles, ni sur le plan méthodologique mais au doit permettre au travers d'applications issues de la pratique actuelle de parcourir les concepts dans une contextualisation de type questionnements de recherche.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les notions abordées au travers de ce cours concernent :

Point fixe, cycle limite, portrait de phase, Fonction de Lyapunov, Système linéarisé tangent circulant, Analyse de stabilité linéaire (systèmes spatialisés), Analyse de rétroaction et analyse de sensibilité (modèles adjoint, modèle de sensibilité), Chaos et exposant de Lyapounov

### PRÉ-REQUIS

Mathématiques : Algèbre linéaire, Transformées de Fourier et Laplace, distributions.

Physique de licence, dynamique des fluides, Physique statistique de L3.

### MOTS-CLÉS

Non Linéaire - Stabilité

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 1</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Bases de l'Océanographie		
<b>KSOT7AD1</b>	Cours : 18h , TD : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 21 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VAN BEEK Pieter

Email : [vanbeek@legos.obs-mip.fr](mailto:vanbeek@legos.obs-mip.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de notions de bases en dynamique océanique et processus biologiques et chimiques dans l'océan. Description des océans, propriétés physiques de l'eau de mer, masses d'eau. Introduction de la dynamique liée au vent et aux forces de pression. Les principaux instruments en océanographie physique. Notions simples sur le fonctionnement du vivant, la matière organique, importance de la biologie sur la chimie marine. Autotrophie et hétérotrophie.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Notions de physique de l'océan : 1) Description des océans, océan et climat. 2) Propriétés physiques de l'eau de mer : température, salinité, densité. 3) Masses d'eau-circulation thermohaline- diagramme T-S. 4) Introduction à la dynamique liée au vent : courant, transport et pompage d'Ekman. 5) Introduction à la dynamique liée aux forces de pression : équilibre hydrostatique, courants géostrophiques, influence de la stratification. 6) Techniques et programmes d'observation : plateformes d'observations, instruments de mesures, programmes nationaux et internationaux.

Notions de biologie et chimie marines : 1) Origine de la vie sur terre. 2) Matière organique : origine, structures cellulaires (eucaryotes, procaryotes), molécules essentielles à la vie. 3) Impact de la biologie sur la distribution des éléments chimiques dans l'océan : sels nutritifs, oxygène, carbone inorganique. 4) Autotrophie : photosynthèse, pigments photosynthétiques, méthodes de mesure de la biomasse et de la production, métabolisme de l'azote, enzymes et cofacteurs d'enzymes (ex : Fer). 5) Hétérotrophie : chimiosynthèse, respirations.

## PRÉ-REQUIS

Les bases de physique et/ou chimie de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Minster J-F. : La machine océan. Flammarion. 2) Océan et Atmosphère, Synapses, Hachette Education. 3) Tomczak, M. et JS. Godfrey : Regional Oceanography : an Introduction. Pergamon. 4) Colling A. et al. : Ocean Circulation. Open University

## MOTS-CLÉS

océan, température, salinité, courant, Géostrophie, Ekman, instrument de mesure, matière organique, sel nutritif, oxygène, carbone, autotrophie, hétérotrophie

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 1</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	TP Terrain Océan		
<b>KSOT7AD2</b>	Terrain : 6 demi-journées	Enseignement en français	Travail personnel 21 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

VAN BEEK Pieter

Email : [vanbeek@legos.obs-mip.fr](mailto:vanbeek@legos.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Découverte du travail en mer et en laboratoire (instruments de mesure, techniques de prélèvement et d'analyses) ; utilisation et interprétation de données océanographiques, en conjonction avec des sorties de modèle dans la zone d'étude.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Méthodes de prélèvement en océanographie, sonde CTD, bouteille Niskin (rosette), masse volumique, vitesses géostrophique et d'Ekman, dosages de l'oxygène dissous et de la chlorophylle, plancton. Détails : 1) Mesure de température, de salinité et pression 2) Calcul de la masse volumique de l'eau de mer 3) Calcul de vitesses géostrophiques 4) Calcul de vitesse de surface d'Ekman à partir de données de vents 5) Mesure de l'oxygène dissous 6) Mesure des concentrations en chlorophylle 7) Observation du plancton 8) Interprétation des mesures faites au large de la Baie de Banyuls pendant ce stage et comparaison avec des sorties de modèle océanique et base de données de station marine dans la même zone d'étude.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises au semestre 7 en océanographie, notamment les cours avant le stage de terrain

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Minster J-F. : La machine océan. Flammarion. 2) Océan et Atmosphère, Synapses, Hachette Education. 3) Tomczak, M. et JS. Godfrey : Regional Oceanography : an Introduction. Pergamon. 4) Colling A. et al. : Ocean Circulation. Open University

### MOTS-CLÉS

Prélèvement, mesure, calcul, interprétation, sonde CTD, bouteille Niskin, masse volumique, vitesse de courant, oxygène, chlorophylle, plancton

<b>UE</b>	<b>STATISTIQUES ATMOSPHÈRE OCÉAN</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>KSOT7AEU</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les notions élémentaires en probabilités et statistiques afin de pouvoir comprendre grossièrement leur interprétation en science météo climatique. Savoir faire un test statistique simple, une comparaison d'échantillon, faire une estimation et donner un intervalle de confiance

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Éléments de théorie de la mesure (contextualisation de la théorie de probabilités)
- Probabilité : Définition d'un espace probabilisé, d'une variable aléatoire, d'une loi, cas particulier des variables aléatoires réelles, famille de variables aléatoires réelles - indépendance, fonctions de répartition, fonctions caractéristiques. Théorèmes : loi des grands nombres, théorème central limite. Lois standards (Normale, chi 2, Student, Fisher,...)
- Statistiques : Estimation paramétrique, comparaison d'estimateur - intervalle de confiance, test statistique

### PRÉ-REQUIS

Calcul intégral (Riemann) et matriciel, probabilité de lycée et Licence math -physique

### SPÉCIFICITÉS

Cet enseignement se déroule sur le site de l'Ecole Nationale de la Météorologie (Météo France)

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Titre « Statistique la théorie et ses applications » Auteur : Michel Lejeune, Éditeur : Springer

### MOTS-CLÉS

Probabilité, statistique, estimation, test, confiance, inférence

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>KSOT7AVU</b>	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CONNERADE Florent

Email : [florent.connerade@univ-tlse3.fr](mailto:florent.connerade@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

### Niveau C1/C2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues)

L'objectif de cette UE est de permettre aux étudiants de développer les compétences indispensables à la réussite dans leur future vie professionnelle en contextes culturels variés.

Il s'agira d'acquérir l'autonomie linguistique nécessaire et de perfectionner les outils de langue spécialisée permettant l'intégration professionnelle et la communication d'une expertise scientifique dans le contexte international.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants développeront :

- les compétences liées à la compréhension de publications scientifiques ou professionnelles rédigées en anglais ainsi que les compétences nécessaires à la compréhension de communications scientifiques orales.
- les outils d'expression permettant de maîtriser une présentation orale et/ou écrite et d'aborder une discussion critique dans le domaine scientifique, (ex. rhétorique, éléments linguistiques, prononciation...) .
- la maîtrise des éléments d'argumentation critique à l'oral et/ou à l'écrit d'une publication scientifique
- une réflexion plus large sur leur place, leur intégration et leur rayonnement en tant que scientifiques dans la société, abordant des questions d'actualité, d'éthique, d'intégrité... .

## PRÉ-REQUIS

**Niveau B2 du CECRL.**

## COMPÉTENCES VISÉES

S'exprimer avec aisance à l'oral, devant un public, en usant de registres adaptés aux différents contextes et aux différents interlocuteurs.

Se servir aisément d'une langue vivante autre que le français : compréhension et expression écrites et orales :

- Comprendre un article scientifique ou professionnel rédigé en anglais sur un sujet relatif à leur domaine.
- Produire un écrit scientifique ou technique dans un anglais adapté, de qualité et respectant les normes et usages de la communauté scientifique anglophone.
- Interagir à l'oral en anglais : réussir ses échanges formels et informels lors des colloques, réunions ou entretiens professionnels.

## MOTS-CLÉS

Projet - Anglais scientifique - Rédaction - Publication - Communications - esprit critique scientifique - interculturel

UE	ESPAGNOL	3 ECTS	1 <sup>er</sup> semestre
KSOT7AXU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

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

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ALAEZ GALAN Monica

Email : [monica.alaez-galan@iut-tlse3.fr](mailto:monica.alaez-galan@iut-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Consolider les acquis linguistiques du lycée en termes de maîtrise de la langue générale. Découvrir et s'approprier progressivement la langue espagnole de spécialité pour les sciences. Développer des compétences transversales, notamment en matière de communication, d'argumentation et de collaboration favorisant les mobilités (études, formations, travail) en pays hispanophones.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

TD permettant de travailler les différentes activités langagières. Révisions et consolidation des bases permettant une bonne maîtrise de l'espagnol général. Travail sur des supports favorisant une familiarisation progressive avec la langue de spécialité pour les sciences.

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 minimum en anglais, ou accord préalable du responsable de filière.

### SPÉCIFICITÉS

Enseignement disponible seulement aux semestres impairs.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les documents et les conseils bibliographiques seront directement donnés en cours par l'enseignant.

### MOTS-CLÉS

espagnol - consolidation

semestres impairs



<b>UE</b>	<b>MÉTÉOROLOGIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie Générale 2		
<b>KSOT8AA1</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 102 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ATTIE Jean-Luc

Email : [Jean-Luc.Attie@aero.obs-mip.fr](mailto:Jean-Luc.Attie@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il s'agit de montrer comment les lois physiques de base (rayonnement, thermodynamique, mécanique) permettent de qualifier le climat moyen de la Terre et, accessoirement, d'autres planètes du système solaire ou extra-solaires. On insiste sur la différence entre la météorologie tropicale (régie par un fonctionnement de type « moteur thermique ») et la météorologie des moyennes latitudes (avec un fonctionnement de type « pompe à chaleur »). On présente ensuite des modèles simples, basés sur les équilibres fondamentaux (hydrostatique, géostrophique, vent thermique), reproduisant les principales caractéristiques des circulations atmosphériques de grande échelle sous les tropiques et aux latitudes tempérées.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### 1. RAYONNEMENT ET THERMODYNAMIQUE

1.1. Définitions

1.2. Les lois du rayonnement

1.3. Applications climatiques

1.4. Thermodynamique atmosphérique

#### 2. CIRCULATION ATMOSPHERIQUE MOYENNE

2.1. Structure moyenne de la troposphère

2.2. Un modèle de la circulation de Hadley

2.3. La circulation des latitudes moyennes

### PRÉ-REQUIS

Notions de base en thermodynamique, rayonnement, mécanique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« Fondamentaux de Météorologie » S Malardel (Cepadues) « Introduction to Circulating Atmospheres » IN James (Cambridge University Press) « Physics of Climate » JP Peixoto & AH Oort (Springer)

<b>UE</b>	<b>MÉTÉOROLOGIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie Dynamique et Turbulence 2		
<b>KSOT8AA2</b>	Cours : 12h , TD : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 102 h

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

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition des bases de Météorologie Dynamique à l'échelle synoptique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les bases de la météorologie dynamique, les champs de variables, coordonnées verticales généralisées. Equations de base du mouvement atmosphérique, approximation hydrostatique, équilibre géostrophique, vent thermique. Atmosphère barotrope, barocline. Circulation, tourbillon, ondes de Rossby.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### SPÉCIFICITÉS

Enseignement articulé avec les modules de météorologie pratique et de TP terrain atmosphère.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Holton J. R., An introduction to dynamic meteorology, Academic Press

Malardel S., Fondamentaux de météorologie ; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

<b>UE</b>	<b>MESURES ATMOSPHERE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	TP Terrain Atmosphere		
<b>KSOT8AB1</b>	Terrain : 6 demi-journées	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Mise en pratique sur le terrain des connaissances théoriques. Confrontation et adaptation aux difficultés du terrain.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Bilan d'énergie à la surface, combustion des végétaux et qualité de l'air, sondage atmosphérique.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises dans les autres modules.

### SPÉCIFICITÉS

Une visite des installations scientifiques du Pic du Midi est organisée si les conditions météorologiques le permettent.

<b>UE</b>	<b>MESURES ATMOSPHÈRE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Instrumentation Météo		
<b>KSOT8AB2</b>	TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

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

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Instrumentation :

La formation consiste à donner aux étudiants un bon aperçu de l'instrumentation météorologique en s'appuyant sur la physique de la mesure des paramètres étudiés ainsi que sur le principe de fonctionnement des capteurs associés. Elle portera principalement sur les paramètres d'état, les paramètres dynamiques et les paramètres d'échange. Une très rapide introduction à la météorologie et à la qualité de la mesure seront abordées. A l'issue du cours, l'étudiant saura citer et décrire ces différentes mesures météorologiques. La formation permettra à l'étudiant d'aborder la théorie mais également la pratique. Les instruments météorologiques seront utilisés pour illustrer les propos de l'enseignant. Météo satellite :

Culture générale en météorologie satellitaire

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Instrumentation :- Exemple de réseaux météorologiques- Notions de météorologie Vocabulaire le plus utilisé- La qualité de la mesure Différentes classifications pour décrire la donnée- Les paramètres d'état : La thermométrie (thermo-résistance électrique PT100) L'hygrométrie (sonde hygrométrique capacitive) La pression atmosphérique (baromètre capacitif)- Les paramètres dynamiques : La direction (girouette, anémomètre ultrasonique) et La vitesse du vent (anémomètre à coupelles, anémomètre ultrasonique)- Les paramètres d'échange : les précipitations (pluviomètre automatique à augets basculants, radar précipitations) le rayonnement solaire arrivant à la surface du globe terrestre (pyranomètre, pyrhéliomètre) Météo satellite :- présentation des orbites- différentes charges utiles embarquées en orbite- interprétation des images brutes et élaborées

## PRÉ-REQUIS

Instrumentation : Connaissance des nuages et de la troposphère

## SPÉCIFICITÉS

Cet enseignement se déroule sur le site de l'Ecole Nationale de la Météorologie (Météo France)

Organisation :

- 10h de cours (+2h en météo sat)
- 4h de TP (+2 en météo sat et une heure de visite du parc et de la tour d'observation)
- 2h d'examen

## MOTS-CLÉS

Instrumentation : Météorologie, Instrumentation, Physique de la mesure,

<b>UE</b>	<b>POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>KSOT8ACU</b>	Cours : 20h , TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JAMBERT Corinne

Email : [corinne.jambert@aero.obs-mip.fr](mailto:corinne.jambert@aero.obs-mip.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

CM : Connaissance des grands phénomènes de pollution : identification et analyse des situations de pollution gazeuse et particulaire, de l'échelle locale à globale. Connaissance des principales techniques de base de télédétection et d'observation in situ des gaz traces, aérosols et hydrométéores.

TD communs : manipuler avec aisance les ordres de grandeur et unités, équations et démarches spécifiques aux problématiques de la chimie atmosphérique ;

TD numériques : appliquer une démarche scientifique au traitement d'une base de données de campagne aéroportée pour répondre à des questions scientifiques.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

CM : Introduction à la chimie de l'atmosphère ; principaux polluants gazeux atmosphériques et aérosols ; bilan des sources et des puits de composés en trace, mécanismes d'émission ; couche limite polluée (notions de base, ozone troposphérique, aérosol secondaire, transport, dépôt), pollution à différentes échelles (pollution urbaine, pollution à l'échelle régionale, pollution à l'échelle globale) ; évolution et surveillance de la pollution atmosphérique (tendances, impacts, réglementation, réseaux d'observation, modélisation) ; télédétection et observation in situ de l'atmosphère (principales missions spatiales européennes (ESA) et américaines (NASA), applications spécifiques réalisées à partir de campagne de terrain au travers de mesures au sol et par avion (INSU, DLR, NASA, NOAA), observation des composés réactifs par mesures de routine aéroportées (programme de recherche IAGOS), limites actuelles des techniques et principales avancées dans la compréhension de la pollution anthropique et de son évolution.

TD : exercices de chimie atmosphérique, de calcul de flux d'émissions et dépôts, de bilan d'espèces chimiques, de bilan radiatif.

## PRÉ-REQUIS

TD : notions de thermodynamique, d'outils mathématiques

## COMPÉTENCES VISÉES

- Savoir caractériser un évènement de pollution en lien avec une situation météorologique
- Appréhender les notions de polluants primaires et polluants secondaires et connaître les schémas réactionnels associés
- Faire le lien entre durée de vie d'un polluant, variabilité spatiale et temporelle d'une concentration et extension de la pollution (locale, régionale, globale)
- Savoir faire le bilan d'un polluant en tenant compte des termes émission/transport/dépôt
- Connaître le cadre réglementaire de la surveillance de la qualité de l'air
- Connaître les principales missions de mesures et de suivi spatial et temporel des composés atmosphériques (satellitaires, aéroportées, ...)

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique et chimie de l'atmosphère, R. Delmas, G. Mégie, V.H. Peuch, Editions Belin ; Les pollutions de l'air, J. Fontan, Ed. Vuibert ; Pollution atmosphérique. Des processus à la modélisation, B. Sportisse, Ed. Springer

## MOTS-CLÉS

Chimie atmosphérique, espèces en trace, aérosols, émissions, transport, couche limite, télédétection, observations aéroportées, concentrations, pollution

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Physique de l'Océan		
<b>KSOT8AD1</b>	Cours : 24h , TD : 12h , TP : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 74 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de connaissance en physique de l'océan : le rôle de l'atmosphère comme forçage de la circulation océanique : vent, évaporation, précipitation, les différentes forces en présence dans l'océan, les différents processus de mélange, les premières théories en océanographie physique (Ekman et Géostrophie) et les modèles simplifiés. Notions sur les différents types d'ondes dans l'océan ainsi que les mesures par satellite (altimétrie). Savoir faire des calculs de base en physique appliquée à l'océan (vitesses, bilan, flux, coefficient de mélange,...). Travaux Pratiques de Physique de l'océan : Expériences océaniques : circulation thermohaline et El Nino.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Thermodynamique de l'océan : 1) Forçages thermohalins : échanges d'eau douce, bilans de masse, sel et chaleur, transport de chaleur. 2) Structure verticale de l'océan et circulation thermohaline : couche de mélange, subduction/ventilation de thermocline, convection profonde. 3) Mesure de courant et de la variabilité de l'océan par satellite - altimétrie (TD numérique) : principe de mesure, courant géostrophique, interaction océan atmosphère : El Nino-Southern Oscillation. Forçage de l'océan par le vent : 1) Equations de : continuité, conservation de chaleur, d'état et du mouvement, approximation de Boussinesq, conditions aux limites. 2) Processus de mélange dans l'océan : diffusion, turbulence, concepts de stabilité et double diffusion. 3) Ekman, Géostrophie et courants inertiels- lien avec les équations de physique de l'océan. 4) Vorticité et théories de circulation générale : modèles de Sverdrup, Stommel, Munk. Ondes et Marées : 1) Définition et caractérisation des ondes. 2) Ondes de surface, 3) Ondes de shallow-water et océan profond. 4) Dispersion et réfraction. 5) Ondes internes et de gravité inertielles. Ondes de Kelvin et de Rossby. 6) Marées à l'équilibre et hors équilibre.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Colling A. : Ocean Circulation. Open University.

Stewart R. : Introduction to physical Oceanography. Texas A&M University.

Cushman-Roisin et Beckers : Introduction to Geophysical Fluid Dynamics-Physical/Numerical Aspects, Academic press

### MOTS-CLÉS

mélange, circulation thermohaline, convection, courants géostrophique, d'Ekman et inertiel, modèle de circulation océanique, ondes internes (gravité), marrées

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Chimie Marine		
<b>KSOT8AD2</b>	Cours : 18h , TD : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 74 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de connaissances sur les échanges de gaz entre l'air et l'eau, la matière organique et ses transformations (depuis sa formation dans les couches de surface de l'océan jusqu'à son enfouissement dans les sédiments), les cycles biogéochimiques dans l'océan, les outils géochimiques pour étudier la circulation océanique et processus dans l'océan, l'importance de l'océan pour le contrôle des gaz à effets de serre et du climat. Savoir faire des calculs de base en chimie marine (pression partielle, concentration, bilan, flux...).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1) Eléments de base : composition chimique de l'océan-variations spatiales, production primaire, reminéralisation, impact de la physique. 2) Modèle en boîte-formalisme : flux, source, puits, budget, temps de résidence. 3) Echanges de gaz à l'interface Océan-Atmosphère et solubilité des gaz : loi de Dalton, solubilité des gaz, taux d'échange entre air et eau. 4) Devenir des particules dans l'océan : dynamique des particules dans la colonne d'eau, enfouissement dans les sédiments, diagenèse, techniques d'échantillonnage. 5) Cycle de l'azote dans l'océan : composés azotés, transformations, distributions spatiales, processus physiques et biologiques en jeu. 6) Cycle du carbone dans l'océan : concentration en CO<sub>2</sub> et variations spatio-temporelles, espèces chimiques et biologiques du carbone, processus chimique, biologique et thermodynamique. 7) Traceurs géochimiques : perturbations anthropiques des cycles biogéochimiques, utilisation des traceurs pour les processus biogéochimiques et la circulation océanique (tritium, CFCs, carbone-14), traceurs des flux de matières. 8) Paléocéanographie : enregistrements sédimentaire et glaciaire, théorie astronomique des climats.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de chimie de niveau Licence 2 ou/et de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Copin-Montegut G. : Chimie de l'eau de Mer, Ed. Institut océanographique de Paris. 2) Roy-Barman M. et Jeandel C. : Géochimie marine : circulation océanique, cycle du carbone et changement climatique. Ed. Vuibert

### MOTS-CLÉS

chimie de l'océan, production, échange de gaz et solubilité, matière organique, reminéralisation, cycles du carbone et de l'azote, traceurs géochimiques

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE DE LA BIOSPHERE ET TÉLÉDÉTECTION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>KSOT8AEU</b>	Cours : 20h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[ Retour liste de UE ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GASTELLU ETCHEGORRY Jean-Philippe  
Email : [jean-philippe.gastellu@iut-tlse3.fr](mailto:jean-philippe.gastellu@iut-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les bases physiques de la mesure satellite et du bilan radiatif des surfaces terrestres : éclairement, émittance, luminance, réflectance / émissivité / température de brillance directionnelles, coefficients de rétrodiffusion, fonctions de phase, hot spot, constitution d'image numérique en termes de luminance / réflectance / température de brillance,...

Principes physiques et traitements des mesures de quantités physiques (contenu en eau du sol) et biophysiques (NDVI, LAI,...)

Apprendre à modéliser des paysages naturels et urbains ainsi que le bilan radiatif et les mesures de télédétection de ces paysages. L'apprentissage sera réalisé à l'aide du modèle DART (licences Université Paul Sabatier).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Physique de la télédétection spatiale et du bilan radiatif des surfaces continentales, avec en particulier les mécanismes d'interception, d'absorption, de diffusion et d'émission par l'atmosphère et les surfaces terrestres
- Quantités radiométriques : luminance, réflectance, émissivité, température de brillance, éclairement, émittance, ...
- Variabilités spectrale, directionnelle et temporelle des quantités radiométriques et donc des mesures satellites et du bilan radiatif.
- Manipulation des mesures de télédétection (réflectance, température,...) et du bilan radiatif des surfaces terrestres (paysages naturels et urbains) via un modèle 3D (modèle DART) de simulation de la propagation des ondes. Ce modèle (<http://www.cesbio.ups-tlse.fr/dart>), breveté et distribué par l'Université Paul Sabatier sous forme de licences, est devenu une référence dans le domaine de la télédétection. Il sera mis en œuvre dans le cadre de travaux pratiques réalisés sur ordinateur. Il permettra de manipuler les notions introduites en cours.
- Manipulation de données de terrain (rayonnement, humidité du sol, etc.)

### PRÉ-REQUIS

Physique et mathématiques générales (puissance, angle solide,...).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Notions de télédétection : [www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/imagerie-satellitaire-photos-aeriennes/imagerie-satellitaire-produits/ressources-educatives/9310](http://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/imagerie-satellitaire-photos-aeriennes/imagerie-satellitaire-produits/ressources-educatives/9310)

Introduction à la Télédétection : <http://www.esu.u-psu>

### MOTS-CLÉS

Rayonnement, modélisation, images satellites, télédétection



<b>UE</b>	<b>GÉOPHYSIQUE PRATIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>KSOT8AFU</b>	TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 63 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ces TP sous forme d'un stage de 2 jours ont pour principal objectif de sortir du cadre théorique et analytique des cours magistraux et des travaux dirigés de Dynamique des Fluides 1 & 2 pour observer et étudier les écoulements « réels » les plus simples. Une approche originale associant simulation physique et numérique est proposée afin d'illustrer les propriétés de base d'écoulements physiques stratifiés et en rotation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Illustration expérimentale des propriétés de base des écoulements fluides stratifiés : inhibition des mouvements verticaux, propagation d'ondes internes, relation pression-vitesse...
- Thermodynamique des fluides : équation d'état, comportement...
- Écoulements simples cisailés, stratifiés et en rotation : équilibres, instabilités...
- Dynamique tourbillonnaire,
- Ondes internes, ondes acoustiques, ondes topographiques et ondes de surface,
- Systèmes de mesures en laboratoire & simulation numérique directe.

### PRÉ-REQUIS

Syllabus de Dynamique des fluides 1 et 2.

### COMPÉTENCES VISÉES

Voir les compétences de la Mention.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin, Petit : Hydrodynamique physique. EDP Sciences/ CNRS Edition. Durran D. R., Numerical methods for Fluid Dynamics with applications to geophysics. Texts in applied mathematics. Springer.

### MOTS-CLÉS

Travaux pratiques, simulation physique, géophysiques des fluides, thermodynamiques des fluides.

<b>UE</b>	<b>STAGE PROJET</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Projet Personnel et Professionnel		
<b>KSOT8AG1</b>	Projet : 41,75h	Enseignement en français	Travail personnel 150 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaissance du milieu professionnel de l'entreprise, de l'industrie et de la recherche associé aux thématiques de la formation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Certification "compétence numérique" : certificat informatique et internet ; fonctions d'organisation et de communication.

Assistance (selon opportunités) aux "journées des doctorants" et séminaires organisés par les laboratoires CNRM-GAME, LEGOS, CESBIO, LAERO.

<b>UE</b>	<b>STAGE PROJET</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Stage en Laboratoire ou en Entreprise		
<b>KSOT8AG2</b>	Stage : 2 mois minimum	Enseignement en français	Travail personnel 150 h

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Travail bibliographique. Informatique scientifique et bureautique (rapport écrit). Présentation orale des résultats.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Stage en laboratoire ou en entreprise.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises pendant l'année.

## 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.



