

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

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\(siteactuelde'l'anciennement\)](http://ezomp2.omp.obs-mip.fr/masterpa/index.php(siteactuelde'l'anciennement))

2019 / 2020

8 DÉCEMBRE 2019

SOMMAIRE

PRÉSENTATION	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION	3
Mention Sciences de l'univers et Technologies Spatiales	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	26
TERMES GÉNÉRAUX	26
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	26
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	26

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DE LA MENTION

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.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 TECHNIQUES SPATIALES ET INSTRUMENTATION

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 TECHNIQUES SPATIALES ET INSTRUMENTATION

VON BALLMOOS Peter
Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

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

Téléphone : 05.61.33.29.98

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

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION SCIENCES DE L'UNIVERS ET TECHNOLOGIES SPATIALES

RIEUTORD Michel
Email : michel.rieutord@irap.omp.eu

Téléphone : 05.61.33.29.49

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

TOUBLANC Dominique
Email : dominique.toublanc@univ-tlse3.fr

Téléphone : 8575

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe
Email : jcthomas@adm.ups-tlse.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	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	TD	TP	Stage
Premier semestre									
8	EISUT3AM	SYSTÈMES SPATIAUX	9	O					
9	EISUA3B1	Mécanique spatiale 2			12				
10	EISUT3A1	Architecture et technologie des systèmes			12			36	
	EISUT3A2	Télécommunications spatiales et navigation			24		24		
12	EISUT3DM	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9	O					
13	EISUT3D1	Informatique pour le spatial			12		12		
14	EISUT3D2	Simulation de satellite			8		24		
11	EISUA3A2	Outils de traitement de données expérimentales			18		32		
15	EISUT3D4	Initiation au langage Python				6	10		
16	EISUT3EM	INGENIERIE SYSTÈME ET ENTREPRISE	3	O					
17	EISUA3B2	Ingénierie système/projets			12				
	EISUT3E1	Le monde de l'entreprise			8		12		
18	EISUT3GM	SCIENCES SPATIALES	6	O					
19	EISUA3A1	Instrumentation en astrophysique 2			15			5	
20	EISUT3G1	Introduction à la géodésie spatiale			9		3		
21	EISUT3G2	Exploration robotique du système solaire			12				
22	EISUT3G3	Observation de la terre			16				
22	EISUT3VM	ANGLAIS	3	O			24		
Second semestre									
24	EISUT4BM	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	9	O					
25	EISUT4B1	Travaux pratiques TSI						60	
	EISUT4B2	Projet d'initiation (ballons/drones)						24	
23	EISUT4AM	STAGE	21	O					4

LISTE DES UE

UE	SYSTÈMES SPATIAUX	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Mécanique spatiale 2		
EISUA3B1	Cours : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Natalie Ann

Email : natalie.webb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561557570

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Après un rappel des bases de la Mécanique Spatiale (M1 SUTS) l'objectif est d'atteindre une culture générale en SCAO : connaître les problèmes de contrôle basique se familiariser avec les phénomènes physiques et leur ordre de grandeur.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Mécanique Spatiale (3 h) - Mouvement Képlérien. Satellites terrestres. Orbites. Théorie des perturbations. rappel M1 SUTS. SCAO (9h) : Système de Commande d'Attitude et d'Orbite Définitions du contrôle d'attitude : référentiels utilisés dans le spatial, représentations d'attitude (Euler, matrice de passage, quaternion), équations cinématiques et dynamiques.

Environnement spatial et couples perturbateurs : forces aérodynamiques, densité atmosphérique, pression solaire, champ magnétique terrestre, gradient de gravité.

Rappel des senseurs/actuateurs les plus courants et de leur fonctionnement : Senseurs solaires, terrestres, d'étoiles, magnétomètre, gyroscope, tuyères, roues à réactions, et magnéto-coupleurs.

Passage en revue de plusieurs concept de contrôle d'attitude : stabilisation passive par spin/gradient de gravité, contrôle 3axes avec ou sans biais de moment cinétique, mode magnétique. Introduction à l'automatique et application au spatial : PID, avance de phase, filtrage, stabilité des systèmes linéaires, transformées de Laplace, applications aux modes souples (panneaux solaires).

PRÉ-REQUIS

Introduction aux techniques spatiales du M1 SUTS (EMSUA2D1)

MOTS-CLÉS

Mouvement Képlérien, Orbites, Théorie des perturbations Système de Commande d'Attitude et d'Orbite

UE	SYSTÈMES SPATIAUX	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Architecture et technologie des systèmes		
EISUT3A1	Cours : 12h , TP : 36h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module introduit l'architecture mécanique, thermique et électrique avec les règles de conception des structures, les analyses structurales, les matériaux, le contrôle thermique et les mécanismes

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Architecture mécanique

Description de l'origine des spécifications mécaniques. Présentation des différents types de sollicitation mécanique que subit une structure spatiale (statique, sinus, aléatoire, acoustique, thermoélastique, choc, microvibrations...). Description des essais, Présentation de la philosophie de dimensionnement d'une structure ou d'un équipement. Calcul de structure mécanique sous environnement logiciel PATRAN/NASTRAN.

Architecture thermique

Besoins et spécificités du contrôle thermique spatial, Modélisation-dimensionnement-vérification par essais, Technologies utilisées (régulation-réchauffage-refroidissement dont cryogénie-couplage/découplage thermique...). Mise en place d'un aménagement de plateforme tenant compte des besoins équipements (température et stabilité) pour une orbite et un pointage donné, Modélisation numérique pour dimensionnement des radiateurs pour rejeter les dissipations internes, Dimensionnement du réchauffage pour gestion des cas froids.

Architecture électrique et gestion de l'énergie

Modèle électromagnétique d'une structure : Comptabilité électromagnétique. Conduction, rayonnement. Sources, récepteurs, chemins de couplage

MOTS-CLÉS

architecture mécanique, thermique et électrique des véhicules spatiaux

UE	SYSTÈMES SPATIAUX	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Télécommunications spatiales et navigation		
EISUT3A2	Cours : 24h , TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Outils de traitement de données expérimentales		
EISUA3A2	Cours-TD : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Natalie Ann

Email : natalie.webb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561557570

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

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 à 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	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Informatique pour le spatial		
EISUT3D1	Cours : 12h , TD : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Simulation de satellite		
EISUT3D2	Cours : 8h , TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Traitement du signal et de l'image		
EISUT3D3	Cours : 18h , TD : 32h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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, ...).

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

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...

Projet Etudiant

Projet utilisant des images provenant d'observations satellitaires (Terre, atmosphère, ciel).

A travers les projets en TI, 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 télédétection pour retranscrire les algorithmes vus en cours théorique. Ces travaux pratiques seront réalisées à partir de données disponibles gratuitement tel que les données Sentinelles. Ces projets leur permettront d'explorer les problématiques de l'Observation de la Terre via la mise en place d'un petite chaine de traitement.

UE	TRAITEMENT DE DONNÉES SPATIALES	9 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Initiation au langage Python		
EISUT3D4	TD : 10h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter
Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	INGENIERIE SYSTÈME ET ENTREPRISE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Ingénierie système/projets		
EISUA3B2	Cours : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Natalie Ann

Email : natalie.webb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561557570

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

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	INGENIERIE SYSTÈME ET ENTREPRISE	3 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Le monde de l'entreprise		
EISUT3E1	Cours : 8h , TD : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

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	SCIENCES SPATIALES	6 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Instrumentation en astrophysique 2		
EISUA3A1	Cours : 15h , TP : 5h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Natalie Ann

Email : natalie.webb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561557570

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Découverte des instruments pour l'astronomie au-delà du visible : Radio, Infrarouge, sub-mm, X- et Gamma, l'astronomie non-photonique, Astroparticules

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Télescopes pour l'astronomie infrarouge

Télescopes pour l'astronomie radio et submillimétriques

Télescopes pour l'astronomie UV et X

Télescopes pour l'astronomie gamma

Astrophysique non-photonique, Astroparticules : détecteurs pour le rayonnement cosmique, télescopes neutrino ; détecteurs d'ondes gravitationnelles ; instruments pour la détection directe de la matière noire.

Pour chacun des domaines listés ci-dessus sont déclinés : domaine énergétique et sources ; optique (incidence rasante, télescopes Wolter, multicouches) ; détecteurs (CCD, galettes à microcanaux, microcalorimètres) ; imagerie, spectroscopie ; Exigences mission (type(s) d'orbite, d'attitude, performance en pointage, contrôle thermique).

UE	SCIENCES SPATIALES	6 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Introduction à la géodésie spatiale		
EISUT3G1	Cours : 9h , TD : 3h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter
 Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction sur le thème de l'exploitation scientifique des données des systèmes de navigation GNSS. Le cours est transverse car il fait la connexion et repose sur les connaissances acquises dans le le domaine TSI.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

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 pôle, 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	SCIENCES SPATIALES	6 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Exploration robotique du système solaire		
EISUT3G2	Cours : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter
 Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Nous décrivons 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	SCIENCES SPATIALES	6 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Observation de la terre		
EISUT3G3	Cours : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1^{er} semestre
EISUT3VM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Natalie Ann

Email : natalie.webb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561557570

UE	STAGE	21 ECTS	2 nd semestre
EISUT4AM	Stage : 4 mois minimum		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VON BALLMOOS Peter

Email : pvb@irap.omp.eu

Téléphone : 0561556647

UE	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Travaux pratiques TSI		
EISUT4B1	TP : 60h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SABBAH Hassan

Email : hassan.sabbah@irap.omp.eu

UE	ENSEIGNEMENTS PRATIQUES	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Projet d'initiation (ballons/drones)		
EISUT4B2	TP : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SABBAH Hassan

Email : hassan.sabbah@irap.omp.eu

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

DÉPARTEMENT

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

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est 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 de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

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

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils 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. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre 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 des 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.

