

MASTER EN ASTROPHYSIQUE

Langue principale d'enseignement

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le Master en astrophysique vise la formation d'astrophysiciens appelés à être les piliers de l'établissement d'un réseau d'observatoires au niveau national et régional.

Ce Master a pour objectifs de :

- Doter les futurs spécialistes d'une base de connaissances de haut niveau et de capacités d'abstraction dans le contexte du domaine scientifique de l'astrophysique.
- Former des scientifiques capables d'aborder la compréhension des phénomènes physiques rencontrés, la description des objets célestes, les méthodes et techniques utilisées dans l'étude des sciences de l'univers.
- Préparer les étudiants à des études doctorales en astrophysique des étudiants en vue de préparer des études doctorales dans tous les domaines de la physique appliquée.

COMPÉTENCES

- Communiquer des informations scientifiques relatives aux domaines de l'astrophysique et des sciences de l'univers
- Concevoir et gérer un projet de recherche relatif aux domaines de l'astrophysique et des sciences de l'univers
- Résoudre des problèmes et situations complexes en astrophysique et en sciences de l'univers.

CONDITIONS D'ADMISSION

Les étudiants titulaires d'une Licence en physique ou d'un Diplôme d'ingénieur de l'USJ ou de l'extérieur (jugé équivalent par la Commission d'équivalence de l'USJ).

UE/CRÉDITS ATTRIBUÉS PAR ÉQUIVALENCE

048DRLTM1 - Droit et législation (2 Cr.). 048IICPM1 - Informatique industrielle (2 Cr.). 048ATCPM1 - Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). 048SCOPM1 - Physique du solide et des semi-conducteurs (6 Cr.). 048NUCPM1 - Physique nucléaire (6 Cr.). 048QACPM1 - Physique quantique avancée (2 Cr.). 048TADTM1 - Traitement et analyse de données (6 Cr.). 048ETPTM2 - Entrepreneurship (6 Cr.). 048PMCPM2 - Physique de la matière condensée (4 Cr.). 048PEXCM2 - Plan d'expérience (2 Cr.). 048PVPTM2 - Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). 048PRMTM2 - Project Management (4 Cr.). 048DSCPM2 - Data science en physique (4 Cr.). 048OPCPM2 - Optique et matériaux (4 Cr.).

EXIGENCES DU PROGRAMME

120 crédits : UE obligatoires (120 crédits)

UE obligatoires (120 crédits)

Droit et législation (2 Cr.). Informatique industrielle (2 Cr.). Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). Physique du solide et des semi-conducteurs (6 Cr.). Physique nucléaire (6 Cr.). Physique quantique avancée (2 Cr.). Traitement et analyse de données (6 Cr.). Entrepreneurship (6 Cr.). Physique de la matière condensée (4 Cr.). Observational astrophysics (6 Cr.). Plan d'expérience (2 Cr.). Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). Project Management (4 Cr.). Data science en physique (4 Cr.). Cosmologie (6 Cr.). Instruments and Techniques in Astrophysics (6 Cr.). Stellar Astrophysics (6 Cr.). Matière interstellaire (6 Cr.). Active Galaxies (3 Cr.). Environnements circumstellaires (3 Cr.). Projet de fin d'études (30 Cr.).

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048DRLTM1	Droit et législation	4
048IICPM1	Informatique industrielle	2
048ATCPM1	Physique atomique et moléculaire	6
048SCOPM1	Physique du solide et des semi-conducteurs	6
048NUCPM1	Physique nucléaire	6
048QACPM1	Physique quantique avancée	2
048TADTM1	Traitement et analyse de données	6
	Total	30

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048ETPTM2	Entrepreneurship	6
048PMCPM2	Physique de la matière condensée	4
048APOCM2	Observational Astrophysics	6
048PEXCM2	Plan d'expérience	2
048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4
048PRMTM2	Project Management	4
048DSCPM2	Data science en physique	4
	Total	30

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048COSMM3	Cosmologie	6
048TIACM3	Instruments and Techniques in Astrophysics	6
048APSCM3	Stellar Astrophysics	6
048MITCM3	Matière interstellaire	6
048GACCM3	Active Galaxies	3
048ENCCM3	Environnements circumstellaires	3
	Total	30

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048PFETM4	Projet de fin d'études	30
	Total	30

DESCRIPTIFS DES UE

048DRLTM1	Droit et législation	2 Cr.
<p>La première partie de ce cours a pour but de définir la PI (propriété intellectuelle), ce domaine qui comporte l'ensemble des droits exclusifs accordés sur des créations intellectuelles, droit juridique à une idée, à une invention ou à une création des domaines industriel, scientifique, littéraire et artistique. Il s'agit de présenter les intérêts et les avantages d'une telle notion avant de présenter les modalités de l'enregistrement d'invention ou de produit.</p> <p>La deuxième partie de ce cours de droit a pour objectif d'enseigner à l'étudiant l'ensemble des règles qui gouvernent les échanges avec le citoyen ; il couvre le droit du consommateur, des entreprises, le droit social, le droit du travail ainsi que celui de l'environnement. Ces règles sont codifiées, l'étudiant doit savoir identifier les textes relatifs à chaque domaine pour savoir s'y repérer. Ce cours comportera :</p> <ul style="list-style-type: none">- Le droit de l'environnement international et celui au Liban- Le droit du travail- Le droit de la sécurité sociale- Le droit commercial- Le droit des sociétés, des industries.		
048IICPM1	Informatique industrielle	2 Cr.
<p>LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) est le cœur d'une plate-forme de conception de systèmes de mesure et de contrôle, basée sur un environnement de développement graphique de National Instruments. Il est utilisé principalement pour la mesure par acquisition de données, pour le contrôle d'instruments et pour l'automatisme industriel.</p>		
048ATCPM1	Physique atomique et moléculaire	6 Cr.
<p>La physique atomique est une branche de la physique qui offre, à l'échelle macroscopique, microscopique et atomique, une vaste gamme de phénomènes et d'applications de la physique classique et de la physique quantique. L'objectif de ce cours est d'étudier la structure des atomes, les processus et propriétés physiques et chimiques à l'échelle microscopique et les interactions avec le rayonnement électromagnétique. De plus, ce cours couvre les différents aspects de la physique atomique, à savoir la physique de l'atome, la physique des atomes (physique des molécules et processus interatomiques) et les applications fondamentales et appliquées de la physique atomique.</p>		
048SCOPM1	Physique du solide et des semi-conducteurs	6 Cr.
<p>La physique de l'état solide est la branche de la physique qui offre à l'échelle macroscopique, microscopique et atomique une vaste gamme de phénomènes et d'applications de la physique classique et de la physique quantique. Depuis plusieurs décennies, on lui consacre des efforts considérables de recherche et développement dont les retombées ont un impact direct et indéniable sur le développement technologique de la société. Les sujets traités sont : les propriétés des solides cristallins, les états électroniques dans les solides, les propriétés des semi-conducteurs cristallins, etc.</p>		
048NUCPM1	Physique nucléaire	6 Cr.
<p>La physique nucléaire est une discipline qui couvre aujourd'hui un domaine de recherche aussi vaste que varié : astrophysique, médecine, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, etc. Son développement fut extrêmement rapide grâce à ses applications militaires et énergétiques, ce qui a permis aux chercheurs de disposer actuellement des moyens expérimentaux considérables. Les thèmes abordés dans ce cours couvrent les principes de base de la physique nucléaire et ses principales applications. L'enseignement aborde les propriétés du noyau, de sa structure et de l'énergie de liaison de nucléons, les transformations et émissions nucléaires ainsi que les modèles nucléaires.</p>		
048QACPM1	Physique quantique avancée	2 Cr.
<p>La mécanique quantique, conçue pour expliquer la structure atomique, a été rapidement appliquée avec succès à l'étude des molécules et des solides. Elle a révélé une grande fécondité pour l'étude de la structure du noyau et des réactions nucléaires ainsi que pour la physique des particules élémentaires. L'informatique quantique fait actuellement l'objet d'une intense activité de recherche. Ce cours doit permettre aux étudiants de poursuivre des études spécialisées dans l'un des nombreux domaines nécessitant une bonne base en mécanique quantique. Il</p>		

visent également à les familiariser avec les méthodes d'approximation les plus importantes dans les nombreuses applications de la mécanique quantique à la mécanique contemporaine.

048TADTM1	Traitement et analyse de données	6 Cr.
------------------	-----------------------------------------	--------------

Le cours « Traitement et analyse de données » s'articule autour de trois parties principales.

- La première partie, « Métrologie », consiste à sensibiliser les étudiants à la métrologie, science qui a pour objet d'étude les mesures, en leur donnant les informations nécessaires à la gestion et la maîtrise des processus et équipements de mesure.
- La deuxième partie, « Statistique », consiste à sensibiliser les étudiants à l'importance de la statistique dans l'analyse des données, la planification des études, et la compréhension de la littérature scientifique.
- La troisième partie, « Analyse multivariée », consiste à fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour l'utilisation des outils statistiques afin d'extraire de l'information et de créer de nouvelles connaissances à partir de bases de données complexes obtenues par des méthodes analytiques ou par un autre moyen. Il s'agit d'analyser simultanément un ensemble de variables explicatives et de construire de modèles multivariés qui permettent de décrire, de comparer, de classer et de prédire les caractéristiques d'échantillons d'individus. L'analyse multivariée est largement utilisée dans tous les domaines de la science, de l'ingénierie, de la pharmacologie, de la médecine, de l'économie et de la sociologie.

048ETPTM2	Entrepreneurship	6 Cr.
------------------	-------------------------	--------------

Ce cours initie les étudiants à l'entrepreneuriat et leur fournit les outils clés nécessaires à tout entrepreneur pour réussir, y compris des notions en comptabilité et en finance. La première partie du cours décrit le rôle des entrepreneurs, analyse l'action de création de richesse et/ou d'emploi par la création ou la reprise d'une entreprise, explique les différentes formes d'entrepreneuriat, aborde les concepts de créativité, d'innovation et de bénéfice pour le marché et soutient l'idée de prendre des risques pour l'entrepreneur.

La deuxième partie offre un aperçu du cadre conceptuel et réglementaire qui sous-tend la comptabilité financière, ainsi qu'une compréhension du contenu et de la structure des états financiers pour pouvoir les lire et comprendre ce que les états financiers peuvent et ne peuvent pas révéler sur une institution commerciale ou industrielle. Elle aborde également les différents types d'informations de comptabilité financière rencontrés dans la vie managériale, constituant un guide de base pour partir de la comptabilité afin de couvrir tous les concepts comptables et les outils de reporting managérial importants qui soutiennent la prise de décisions managériales appropriées.

La dernière partie vise à familiariser les étudiants avec les concepts de la finance et à leur expliquer les éléments de base des marchés financiers. Des exemples aideront à appliquer en pratique les théories discutées.

048PMCPM2	Physique de la matière condensée	4 Cr.
------------------	-----------------------------------------	--------------

Ce cours complète le cours « Physique du solide et des semi-conducteurs », ayant pour but principal de montrer les effets des phénomènes observés à l'échelle atomique sur les propriétés macroscopiques des matériaux. Ainsi au début, la fonction de réponse diélectrique est traitée et son influence sur les propriétés optiques des matériaux est expliquée. Ensuite, les propriétés magnétiques et électriques des matériaux sont détaillées théoriquement à l'échelle atomique et à l'échelle macroscopique. Des exemples d'applications industrielles sont insérés dans le cours pour permettre à l'étudiant d'estimer l'utilité des modèles théoriques étudiés.

048APOCM2	Observational Astrophysics	6 Cr.
------------------	-----------------------------------	--------------

This course is a comprehensive course focusing on the tools and methodologies utilized in observational astrophysics during the early 21st century. Remarkable advancements in imaging and detection technologies have occurred in just over a decade, spanning adaptive optics, optical interferometry, sub-millimeter waveband observations, neutrino detections, and exoplanet discoveries. This course encompasses both ground-based and space-based astronomy, including forthcoming space missions. Covering the entire electromagnetic spectrum, it introduces emerging areas such as gravitational waves and neutrino astronomy. Additionally, it addresses numerical aspects such as signal processing, astronomical databases, and virtual observatories.

048PEXCM2	Plan d'expérience	2 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Cette matière est une approche de l'étude de la méthodologie des plans d'expériences qui sont des méthodes de mesure robustes et validés moyennant des régressions linéaire multiples, des analyses de la variance (ANOVA), etc. Plusieurs plans sont étudiés : plans factoriels complets à deux niveaux, plans pour modèles de second degré : plans factoriels complets à trois niveaux, plans composite centré avec étoiles, plans composites centrés dans les Faces, etc. La stratégie d'étude permet une organisation des essais afin de minimiser le coût de l'étude. Le traitement des résultats permet la détection des effets significatifs et des interactions entre les paramètres opératoires. Elle permet également la modélisation empirique, l'obtention de surfaces de réponses et la recherche d'un optimum. Cette méthodologie est très utile dans les industries agroalimentaire, biologique et chimique. Les plans d'expériences pour la formulation sont également abordés : plans de mélanges sans contraintes (type I), plan de mélanges avec contraintes sur les limites inférieures (type II), plan de mélanges avec contraintes sur les limites inférieures et supérieures avec déformation du domaine de variation des paramètres (type III). Le logiciel Statgraphics est utilisé pour la réalisation des plans d'expériences.

048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4 Cr.
------------------	---------------------------------------------	--------------

Les visites industrielles ont pour but de montrer les différentes étapes d'une production industrielle déterminée. Elles permettent d'apprendre le fonctionnement de l'unité de production, la gestion de la production et les contrôles effectués durant les différentes étapes et enfin les tests nécessaires à la conformité du produit final. Ce cours traite aussi des principes d'élaboration des méthodes analytiques.

En M1 PCI, cette UE consiste en un stage effectué sous la direction d'un directeur de stage. À la fin de ce stage, l'étudiant rédigera un rapport détaillé sur le travail personnel effectué et le soutiendra devant un jury composé d'enseignants du master et de représentants du monde professionnel.

Les règles de déroulement de soutenances et de notation sont les suivantes :

1. Le temps de présentation orale est limité à 20 min. maximum (plus 20 min. pour les questions et 15 min. pour la délibération du jury).
2. La note finale de soutenance prend en compte :
 - La présentation orale, y compris les réponses aux questions
 - Le rapport du directeur de stage
 - Le fond et la forme du rapport évalué par les rapporteurs.

048PRMTM2	Project Management	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours représente une initiation aux fondamentaux de gestion de projet, connaissances, techniques, méthodes et pratiques. Il est complètement aligné avec les standards internationaux les plus connus mondialement, ceux de « Project Management Institute », basés sur les deux dimensions de gestion de projet, le cycle de vie composé en 5 phases ; initier, planifier, exécuter, contrôler et clôturer un projet et les 10 catégories de connaissances.

048DSCPM2	Data science en physique	4 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Ce cours a pour but de préparer les étudiants à l'analyse des données scientifiques. Les types de données rencontrés dans le domaine de la physique sont aujourd'hui connues et les outils d'analyse correspondants sont aussi disponibles. Ainsi, ce cours pourra servir de base pour que l'étudiant prenne conscience des méthodes d'analyse de données spécifiques du domaine de la recherche appliquée, couvrant les données considérées gérables sur un simple ordinateur personnel et les données massives qui requiert des algorithmes de traitement plus spécifiques.

048COSMM3	Cosmologie	6 Cr.
------------------	-------------------	--------------

Dans le domaine des galaxies et de la cosmologie, ces dernières années ont connu des avancées fulgurantes, permettant de voir en direct l'évolution des galaxies depuis leur naissance peu après le Big-Bang. Il est possible aujourd'hui de voir les galaxies telles qu'elles étaient dans leur jeune âge. Ces avancées nous ont aussi livré de nouveaux mystères : les galaxies que nous voyons dans le ciel ne représentent qu'une petite partie du contenu de l'univers, dont l'essentiel serait de l'énergie noire, en plus de la matière noire, de nature toujours inconnue, etc. Malgré cela, nous arrivons à mieux comprendre comment les galaxies se forment, assemblent leur masse, forment leurs étoiles, et accumulent de la matière en leur centre, dans des trous noirs supermassifs, dont l'activité se réveille de temps en temps pour donner le phénomène ultra-lumineux des quasars. Même notre galaxie, la Voie lactée, nous réserve beaucoup de surprises, et on ne compte plus ses nouveaux compagnons et satellites, dont

une grande partie est en train d'être digérée, pour former le halo stellaire. Ce cours fait le point sur ces grandes connaissances ainsi que sur les recherches en cours.

048TIACM3 Instruments and Techniques in Astrophysics 6 Cr.

The course aims at providing graduate students in astrophysics with an introduction to some of the basic software tools of astronomy. It also introduces students to modern geometrical optics and techniques for the calculation of properties of image forming set-ups with basic applications in the realm of astronomy. They develop their knowledge of these tools through numerical calculations and applications of relevance to the astronomical context. It helps students understand tools used in understanding optical configurations of telescopes and instruments as well as be able to compute some of the limitations and particulars of various designs.

048APSCM3 Stellar Astrophysics 6 Cr.

This course explores the diverse forms of interstellar media within our galaxy, alongside delving into the associated physical and chemical processes at play within this matter

048MITCM3 Matière interstellaire 6 Cr.

Décrivant la matière interstellaire de notre galaxie sous toutes ses formes, ce cours examine également les processus physiques et chimiques qui se produisent au sein de cette matière.

048GACCM3 Active Galaxies 3 Cr.

This course is conducted solely through instructor-led lectures. The instructor adopts an interactive teaching style with a focus on elucidating processes rather than delving into equations. The methodology involves explaining concepts, demonstrating a few applications, and subsequently engaging the class in problem-solving exercises while seeking input from students throughout the derivation process. The content presented on the board will be influenced by the responses and contributions of the class, fostering an environment of active participation.

048ENCCM3 Environnements circumstellaires 3 Cr.

La compréhension des disques circumstellaires nécessite un large éventail de connaissances scientifiques, notamment sur les processus chimiques, les propriétés des poussières et des gaz, l'hydrodynamique et la magnétohydrodynamique, le transfert de rayonnement et l'évolution stellaire. Tous ces aspects sont abordés dans ce cours indispensable aux étudiants de master et aux chercheurs qui se lancent dans l'étude de l'évolution planétaire.

048PFETM4 Projet de fin d'études 30 Cr.

Cette UE représente le projet de fin d'études pour les étudiants durant laquelle ils effectueront un stage en industrie ou en laboratoire de recherche de 4 à 7 mois. À la fin de ce stage, l'étudiant rédigera un rapport détaillé sur le travail personnel effectué et le soutiendra devant un jury composé d'enseignants du Master et de représentants du monde professionnel.

Les règles de déroulement de soutenances et de notation sont les suivantes :

1. Le temps de présentation orale est limité à 20 min. maximum (plus 20 min. pour les questions et 15 min pour la délibération du jury).
2. La note finale de soutenance prend en compte :
 - La présentation orale, y compris les réponses aux questions
 - Le rapport du directeur de stage
 - Le fond et la forme du rapport évalué par les rapporteurs.