

MASTER EN ASTROPHYSIQUE

Langue principale d'enseignement

Français Anglais Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le Master en astrophysique en co-diplomation avec l'Université Notre Dame, unique au Liban et dans la région, 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

048ATCPM1 - Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). 048NUCPM1 - Physique nucléaire (6 Cr.). 048QACPM1 - Physique quantique avancée (2 Cr.). 048TADTM1 - Traitement et Analyse de données (6 Cr.). 048PVPTM2 - Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.).

EXIGENCES DU PROGRAMME

UE obligatoires (83 crédits)

Astrophysics of galaxies - 10 Cr. Cosmologie - 5 Cr. Entrepreneurship - 6 Cr. Instruments & Techniques in Astrophysics - 7 Cr. Observational astrophysics - 10 Cr. Physique atomique et moléculaire - 6 Cr. Physique quantique avancée - 2 Cr. Préparation à la vie professionnelle - 4 Cr. Radiative Processes - 10 Cr. Stage de fin d'études en astrophysique - 30 Cr. Stellar astrophysics - 10 Cr. Traitement et Analyse de données - 6 Cr

UE optionnelles fermées (37 crédits)

Acquisition, conditionnement et traitement des signaux - 6 Cr. Active Galaxies - 6 Cr. Astrophysique nucléaire - 6 Cr. Environnements circumstellaires - 6 Cr. Matière interstellaire - 6 Cr. Physique nucléaire - 6 Cr. Programming for Data Science and Artificial Intelligence - 6 Cr. Projet de mémoire en astrophysique - 33 Cr. Selected topics in astrophysics - 10 Cr. Seminar - 3 Cr. Site Evaluation Techniques and Atmospheric Optics - 6 Cr. Variable Phenomena in Astrophysics - 6 Cr.

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048TIACM1	Instruments & Techniques in Astrophysics	6
048ATCPM1	Physique atomique et moléculaire	6
048QACPM1	Physique quantique avancée	2
048APSCM1	Stellar astrophysics	10
048TADTM1	Optionnelles fermées Traitement et Analyse de données	6
048DSPMM1	Programming for Data Science and Artificial Intelligence	6
	Total	30

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048APOCM2	Observational astrophysics	10
048PRRCM2	Radiative Processes	10
048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4
048NUCPM1	Optionnelles fermées Physique nucléaire	6
048MITCM2	Matière interstellaire	6
	Total	30

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048COSMM3	Cosmologie	5
048GACCM3	Optionnelles fermées Active Galaxies	6
048ENCCM3	Environnements circumstellaires	6
048VAPCM3	Variable Phenomena in Astrophysics	6
048EOACM3	Site Evaluation Techniques and Atmospheric Optics	6
048SAPTM3	Selected topics in astrophysics	10
048SAPCM3	Seminar	3
	Total	30

Semestre 4

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

DESCRIPTIFS DES UE

048TIACM1	Instruments & Techniques in Astrophysics	6 Cr.
<p>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.</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>		
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 vise également à les familiariser avec les méthodes d'approximation les plus importantes dans les nombreuses applications de la mécanique quantique à la mécanique contemporaine.</p>		
048APSCM1	Stellar astrophysics	10 Cr.
<p>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.</p>		
048TADTM1	Traitement et analyse de données	6 Cr.
<p>Le cours « Traitement et analyse de données » s'articule autour de trois parties principales.</p> <ul style="list-style-type: none">- 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 et de l'ingénierie.		
048DSPMM1	Programming for Data Science and Artificial Intelligence6	Cr.
<p>Le but principal de cette unité étant de donner aux étudiants les outils nécessaires pour l'élaboration de programmes de niveau avancé en utilisant le concept d'objets dans leurs programmes. En effet, cette approche de programmation offre une flexibilité et une portabilité exceptionnelles, ce qui rend cette UE essentielle pour les étudiants de la formation en Data Science. La deuxième partie de l'UE est plus concentrée sur l'outil « Python » et ses fonctionnalités en lien avec les Data Science.</p>		

D'autre part, Python est un langage de programmation orienté objet interprété. Outre les bibliothèques standards, un grand nombre de paquets (packages) développés par des contributeurs indépendants donne accès à des fonctionnalités spécialisées performantes. Ils nous donnent la possibilité de programmer des applications dans quasiment tous les secteurs de l'informatique. Nous nous intéresserons en particulier à la programmation statistique, au Machine Learning, au big data et au data science.

048APOCM2	Observational astrophysics	10 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.

048PRRCM2	Radiative Processes	10 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.

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

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.

048NUCPM1	Physique nucléaire	6 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

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 traite des propriétés du noyau, de sa structure et de l'énergie de liaison de nucléons, les transformations et émissions nucléaires ainsi que les modèles nucléaires.

048MITCM2	Interstellar Medium	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.

048COSMM3	Cosmologie	5 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, rassemblent 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.

048GACCM3	Active Galaxies	6 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	Circumstellar Environments	6 Cr.
------------------	-----------------------------------	--------------

Understanding circumstellar disks requires a broad range of scientific knowledge, including chemical processes, the properties of dust and gases, hydrodynamics and magnetohydrodynamics, radiation transfer, and stellar evolution—all of which are covered in this course, which will be indispensable for graduate students, seasoned researchers, or even advanced undergrads setting out on the study of planetary evolution.

048VAPCM3	Variable Phenomena in Astrophysics	6 Cr.
------------------	---	--------------

This course will follow a tutorial format, featuring weekly sessions dedicated to discussing assigned readings, homework problems, and introducing upcoming material. This approach fosters self-learning among students. Weekly homework assignments will help pace the course and enable both the instructor and students to assess progress.

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. A 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.

048EOACM3	Site Evaluation Techniques and Atmospheric Optics	6 Cr.
------------------	--	--------------

The atmosphere plays a crucial role in the optical setup for astronomical observations. To maximize the efficiency of large telescopes, active and adaptive optics techniques have been developed. Selecting optimal observatory locations depends greatly on local atmospheric conditions. This course focuses on understanding how the atmosphere affects astronomical data, including absorption, scattering, turbulence's impact on resolution, humidity, sky brightness, and light pollution. Additionally, it provides an overview of instruments used to measure these parameters for site evaluation.

048SAPTM3	Selected topics in astrophysics	10 Cr.
------------------	--	---------------

Sujets sélectionnés en astrophysique

048SAPCM3	Seminar	3 Cr.
------------------	----------------	--------------

Séminaires en astrophysique