

- **Formations scientifiques pluridisciplinaires proposées par une école doctorale**
    - Astrophysique Nucléaire (24 heures)
    - Description fluide et cinétique des plasmas (30 heures)
    - Histoire des idées en astronomie et en physique à partir de quelques exemples (15 heures)
    - Intelligence artificielle pour l'astrophysique à l'époque du big-data (30 heures)
    - L'habitabilité des systèmes planétaires (15 heures)
    - Les Galaxies Lointaines: Observations et modèles, de la Voie Lactée jusqu'aux âges sombres. Formation et évolution galactique, relation aux AGN. (30 heures)
    - Les systèmes du monde des présocratiques à Newton (30 heures)
    - Préparer l'après thèse (30 heures)
    - Problèmes inverses en astronomie (30 heures)
    - Simulations numériques et calcul haute performance: Applications à l'hydrodynamique pour l'astrophysique (30 heures)
    - Stochastic Processes in Astrophysics and Cosmology (30 heures)
- 

## **Formations scientifiques pluridisciplinaires proposées par une école doctorale**

### **Astrophysique Nucléaire**

**Lieu :** Observatoire de Paris site de Meudon

**Date de début de la formation :** 5 mars 2018

**Date limite d'inscription :** 5 mars 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

### **Equipe pédagogique :**

Micaela OERTEL (LUTH, OBSPM)

### **Pré requis :**

Tout étudiant ayant suivi un Master en Physique/Astrophysique devrait avoir les bases nécessaires pour suivre ce cours. Comme la partie pratique du cours se fera sur ordinateur il est souhaitable que les étudiants aient une base en méthodes numériques (e.g. niveau M2 AAIS suffisant).

## **Objectifs :**

Quelle est la source d'énergie d'une étoile qui fait qu'elle brille ? Comment les éléments lourds sont-ils formés ? Que peut arrêter l'effondrement vers un trou noir dans une supernova gravitationnelle ? Toutes ces questions font intervenir de la physique au niveau du noyau atomique. Le but de ce module est de transmettre aux étudiants des bases en physique nucléaire et des processus nucléaires en astrophysique : nucléosynthèse primordiale, fusion nucléaire et évolution stellaire, nucléosynthèse via processus r, s, et p, matière dense dans les objets compacts.

## **Programme :**

Propriétés des forces nucléaires, principe de Pauli, modèles du noyau, limite de stabilité (driplines proton et neutron), charte des nuclides et noyaux "exotiques", réactions nucléaires, section efficaces, sites astrophysiques (étoiles, objets compacts, ...), différentes réactions en astrophysique, application au processus de nucléosynthèse, fusion, et matière dense. Une partie pratique sera dédiée à la méthode de calcul (numérique) de sections efficaces et équation d'état.

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Description fluide et cinétique des plasmas**

**Lieu :** Observatoire de Paris site de Meudon (CIAS)

**Date de début de la formation :** 15 janvier 2018

**Date limite d'inscription :** 15 janvier 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

Filippo Pantellini, Gérard Belmont et al. (LESIA-LPP,OBSPM)

## **Pré requis :**

Il n'est pas nécessaire d'avoir un bon niveau en physique des plasmas ni d'avoir déjà fait de la simulation numérique pour suivre la formation. Néanmoins, un certain intérêt pour l'un et l'autre sont naturellement recommandés pour en tirer un profit plus complet. Dans l'esprit de la formation, les interactions entre participants, même de niveaux hétérogènes, ainsi que les initiatives personnelles, sont aussi essentiels pour bien bénéficier de la semaine que les interactions avec les encadrants. Le dépouillement des simulations se fait principalement à l'aide de routines IDL clé en main, utilisables sans connaissances préalables du langage IDL.

## **Compétences acquises à l'issue de la formation :**

La formation proposée n'est pas une formation classique, où l'on apprendrait à écrire les deux types de codes ou à les utiliser pour une application astrophysique particulière. Elle est davantage conçue

dans un esprit « recherche » où les participants manipulent les deux codes sur des exemples élémentaires variés qui leur seront proposés. L'objectif de la formation est de familiariser les étudiants débutants avec les notions de base d'une simulation numérique (l'intégration des équations dans le temps, la définition des conditions initiales, le choix des conditions aux limites et des paramètres du problème, les normalisations, les techniques de dépouillement des résultats, etc). Les étudiants déjà compétents en simulation auront l'occasion de se rendre compte des possibilités et les limites des codes MHD et hybrides. L'activité de simulation est complétée par quelques cours et un séminaire montrant des résultats de recherche astrophysique où la dualité « fluide-cinétique » se pose de façon cruciale et où on pourra retrouver des équivalents aux problèmes élémentaires étudiés en TP.

### **Objectifs :**

Les plasmas de l'astrophysique, comme ceux de la physique de laboratoire, sont souvent modélisés par des théories de type « fluide », c'est à dire basées sur des équations qui relient entre eux les paramètres macroscopiques (densité, vitesse fluide, pression, ...). C'est le cas en particulier lorsqu'on utilise la MHD (MagnétoHydroDynamique) pour les plasmas magnétisés, très répandus dans l'univers. La justification de ces modèles simples est assurée lorsque les plasmas sont collisionnels, mais elle est beaucoup plus difficile lorsque ceux-ci sont sans collisions, comme, par exemple, le plasma du milieu interplanétaire. Les modélisations « cinétiques », qui sont valables dans tous les cas et qui décrivent finement l'évolution de la fonction de distribution des vitesses de particules, sont naturellement beaucoup plus complexes et beaucoup plus coûteuses en temps de calcul, si bien que leur utilisation n'est généralement possible que pour analyser des problèmes locaux à 1 ou 2 dimensions.

Deux codes pour des systèmes à deux dimensions spatiales seront utilisés pendant la formation. Un code « fluide » basé sur les équations de la MHD et un code dit « hybride » dans lequel les ions du plasma sont traités comme des particules et les électrons comme un fluide.

### **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Histoire des idées en astronomie et en physique à partir de quelques exemples**

**Lieu :** Observatoire de Paris

**Date de début de la formation :** 14 mai 2018

**Date limite d'inscription :** 14 mai 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** Aucun

## **Equipe pédagogique :**

Christian BRACCO (OBSPM)

## **Objectifs :**

Chaque séance d'une demi-journée commence par un cours introductif qui présente le contexte historique de chaque thème. Elle se poursuit par des discussions avec les étudiants à partir de textes originaux et de leurs commentaires ultérieurs. Le but est de poursuivre la démarche critique et scientifique que les étudiants ont entreprise à travers leur étude bibliographique de thèse, mais en prenant comme support des thèmes qui ont joué un rôle important dans l'histoire de l'astronomie et de la physique. Le double objectif visé n'est donc pas uniquement culturel, en regard d'une discipline donnée, mais aussi méthodologique, pour comprendre les problématiques, leurs enjeux et comment les scientifiques ont pu en leur temps dépasser les obstacles qui se présentaient à eux. Ces cours sont basés sur de nombreux articles (European Journal of Physics, Revue d'Histoire des Sciences, etc.).

## **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

# **Intelligence artificielle pour l'astrophysique à l'époque du big-data**

**Lieu :** Observatoire de Paris site de Meudon

**Date de début de la formation :** 9 avril 2018

**Date limite d'inscription :** 9 avril 2018

**Langue de l'intervention :** anglais

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

Marc HUERTAS, et al. (LERMA, OBSPM)

## **Pré requis :**

Bonne connaissance de Python.

## **Objectifs :**

L'astronomie entre définitivement dans l'ère du big-data. Suite à cette transition, la façon dont on extrait et interprète l'information des données évolue rapidement et notamment l'utilisation de l'intelligence artificielle apparaît comme incontournable. Ceci est d'autant plus vrai que le domaine de l'apprentissage automatique vit une époque dorée avec l'émergence de l'apprentissage profond (deep-learning).

L'objectif principal de la formation est de présenter les principes du machine learning (apprentissage supervisé, non supervisé, réseaux de neurones etc.), en partant de l'apprentissage dit classique pour arriver principalement à l'apprentissage profond et son utilisation sur de grands volumes de données. Une importance particulière sera donnée à l'illustration par des exemples concrets afin de comprendre comment ces techniques peuvent être employées en astrophysique.

Le module comporte deux parties. Une partie théorique où des intervenants de différentes disciplines présentent les principes de l'apprentissage automatique. Une deuxième partie pratique où les étudiants seront confrontés à un vrai data challenge sur un cas pratique réel pour lequel ils devront trouver une solution utilisant l'intelligence artificielle (e.g. classification de galaxies, recherche de signatures spectrales, exo-planètes, recherche de lentilles gravitationnelles, détection d'objets etc).

A la fin de la formation de 5 jours, l'étudiant sera familiarisé avec les bases du machine learning (notamment de l'apprentissage profond) et sera capable d'appliquer un réseau simple à un ensemble général de données.

### **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **L'habitabilité des systèmes planétaires**

**Lieu :** Multi-sites (Universités d'Orsay et Versailles)

**Date de début de la formation :** 14 février 2018

**Date limite d'inscription :** 14 février 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

### **Equipe pédagogique :**

Cyril SZOPA (responsable pédagogique), Professeur à l'Université de Versailles Saint Quentin  
Nathalie CARRASCO, Professeur à l'Université de Versailles Saint Quentin Emmanuel MARCQ,  
Maître de Conférences à l'Université de Versailles Saint Quentin Hélène MASSOL, Maître de  
Conférences à l'Université à l'Université Paris Sud Frédéric SCHMIDT, Maître de Conférences à  
l'Université Paris Sud

### **Pré requis :**

Ce cours est un cours d'ouverture. Il s'adresse donc à tout doctorant en astronomie, physique, chimie, géologie ou biologie ayant des connaissances de base en planétologie et/ou exobiologie.

## **Objectifs :**

La notion d'habitabilité à l'échelle du système solaire, voire de l'Univers dans son ensemble, est un thème de recherche en plein essor. Cette notion est pourtant mal comprise ou interprétée, même au sein de la communauté scientifique, et souvent réduite à celle de la zone dite habitable (c'est-à-dire, compatible avec la présence d'eau liquide stable en surface) autour d'une étoile. Or, l'observation d'un nombre toujours croissant de nouvelles exoplanètes, ainsi que l'exploration plus poussée des environnements du système solaire comme ceux de Mars ou de Titan, ou encore les avancées faites dans la compréhension des milieux extrêmes terrestres font de cette notion d'habitabilité un concept transversal entre différents domaines scientifiques : définition et caractérisation du vivant, conditions d'apparition et de maintien, diversité des environnements possibles, planétaires mais pas seulement. Dans ce cadre, des enseignants-chercheurs en planétologie, en géologie, en physique et en chimie de l'Université Paris-Saclay ont travaillé sur la plupart de ces thématiques (exobiologie, atmosphères, Intérieurs et surfaces planétaires) et y ont développé une expertise reconnue au niveau international. L'objectif de ce cours est donc d'offrir un tour d'horizon de l'ensemble des problématiques liées à l'habitabilité des systèmes planétaires et des objets du système solaire, tout en détaillant davantage l'étude des surfaces et des atmosphères planétaires.

## **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Les Galaxies Lointaines: Observations et modèles, de la Voie Lactée jusqu'aux âges sombres. Formation et évolution galactique, relation aux AGN.**

**Lieu :** Multi-sites (Observatoire de Paris site de Meudon et Institut d'Astrophysique de Paris)

**Date de début de la formation :** 9 avril 2018

**Date limite d'inscription :**

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

François HAMMER (GEPI,OBSPM) Brigitte ROCCA-VOLMERANGE et al. (IAP) Mathieu PUECH (GEPI,OBSPM) Hector FLORES (GEPI,OBSPM) Myriam RODRIGUES (GEPI,OBSPM)

## **Pré requis :**

Le module est prévu sur une semaine pour les doctorants spécialisés ou non sur ce sujet, en relation avec les Simulations Numériques (proposées dans un autre cours doctoral de l'ED127), avec la cosmologie mais aussi avec les avancées sur notre propre Voie Lactée (MW) grâce aux récents résultats du satellite Gaia.

## **Objectifs :**

La découverte surprenante de galaxies de plus en plus lointaines (jusqu'à  $z=7$  ou plus, en moins de vingt ans) à la limite des âges sombres de notre univers pose des questions fondamentales sur les observations (analyses et interprétation) mais aussi sur les modèles de ces galaxies jeunes et de la cosmologie. Nous proposons un cours doctoral de réactualisation sur le thème des galaxies lointaines: les performances et les biais des observations de sources lointaines, la cinématique résolue spatialement (un tout nouvel observable) ainsi que les nouveautés des modèles : effets de distances (cosmologique, évolution, résolution spatiale,..), méthodes innovantes d'analyse des observations, rôle de la poussière de l'UV à l'IR lointain, larges bibliothèques de galaxies synthétiques à multi-paramètres et multi-longueur d'ondes, ajustement des paramètres (khi2, MarkovChain, effets stockastiques,..), ajout d'une composante Quasars/AGN pour les plus lointaines. L'objectif principal étant de comprendre l'évolution des galaxies individuellement par types, comme définies par la Séquence de Hubble (1 ère partie), en relevés larges, profonds, multi-longueurs d'ondes (2 ème partie) et les conséquences sur notre connaissance de l'Univers (3 ème partie). Une séance de bilan et discussion est prévue en fin de module.

## **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Les systèmes du monde des présocratiques à Newton**

**Lieu :** Observatoire de Paris

**Date de début de la formation :** 5 mars 2018

**Date limite d'inscription :** 5 mars 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** Aucun

## **Equipe pédagogique :**

Efthymios NICOLAIDIS (OBSPM) et Michela MALPANGOTTO (OBSPM)

## **Objectifs :**

Dans ce module d'enseignement de 3 e cycle, nous allons présenter les systèmes du monde de Thalès de Millet (6 e s. av. J.C.) à Kepler (17 e s.)

On considère que Thalès fut le premier à penser le monde de manière philosophique et non pas mythologique. Il fonde son système sur la matière et la supposition que tout naît de l'eau : il s'agit d'une cosmologie moniste (un principe supérieur) qui amène à une cosmologie où la Terre repose sur l'eau. Après Thalès, de nombreux philosophes ont proposé des systèmes du monde bien différents les uns des autres dont certains déplacent la Terre du centre du monde, comme le pythagoricien Philolaos de Crotone (5 e s. – fin 4 e s. av. J.C.) qui la fait tourner autour d'un feu central.

Depuis Platon et son dialogue Le Timée, un principe s'impose aux philosophes et astronomes du monde occidental : celui d'un monde régi par des sphères et des mouvements circulaires uniformes. Aristote, Aristarque de Samos, Hipparque, Ptolémée, les Arabes, les astronomes médiévaux et de la renaissance, Copernic y compris, fondent leurs systèmes du monde sur ce principe. Jusqu'à Copernic ces systèmes placent la Terre sphérique au centre d'un monde sphérique avec de rares exceptions comme Aristarque de Samos qui imagine une Terre sphérique tournant autour d'un soleil sphérique au centre d'un monde sphérique. Kepler sera le premier astronome à renier ce système en remplaçant les agencements des cercles par des ellipses.

Au cours on présentera aussi les adaptations chrétiennes du système géocentrique sphérique par les premiers Pères de l'Église (Origène, Basile etc), fondées sur la lecture du livre de la Genèse. À part ces systèmes du monde discutés par le monde savant pendant tout le moyen âge, on présentera des systèmes qui dévient du principe de sphéricité, comme celui de Cosmas Indicopleustès (6 e s.) qui se fonde sur des cosmologies orientales mais aussi et surtout sur un symbolisme chrétien découlant de la Bible. Ces systèmes ont grandement influencé les cosmologies populaires et mythologiques moyenâgeuses.

### **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Préparer l'après thèse**

**Lieu :** Institut d'Astrophysique Spatiale

**Date de début de la formation :** 29 janvier 2018

**Date limite d'inscription :** 29 janvier 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** A partir de la 2ème année

### **Equipe pédagogique :**

Marc Ollivier, Astronome au CNAP (IAS, Paris-Saclay), ainsi que plusieurs intervenants du milieu académique (président du CNAP, président de la section 17 du CNRS, membre section 34 du CNU), d'agence (CNES) et de l'industrie.

### **Pré requis :**

Aucun prérequis n'est indispensable. Il est cependant nécessaire d'avoir initié ou de vouloir initier la démarche de construction du parcours professionnel après la thèse. Idéalement, ce module convient mieux aux doctorants de 2ème et de 3ème année, avec une expérience du déroulement de la thèse, mais rien n'empêche aux doctorants de 1ère année d'y participer.

## **Objectifs :**

L'objectif de ce module est de sensibiliser les doctorants en astrophysique à la poursuite de leur carrière après la thèse et la valorisation de leur doctorat, en évoquant les différentes voies offertes à eux à l'issue de la thèse, ainsi que les processus de recrutement spécifiques:

- recherche académique (au CNRS, CNAP, à l'Université)
- recherche en EPIC ou dans les agences (ESO, agences spatiales, ...)
- recrutement en entreprise
- ...

Le module d'une durée d'une semaine conjugue présentations sous la forme de conférences de 2h environ sur des thèmes spécifiques (CNRS, CNAP,...), et travail méthodologique autour du processus de recrutement, avec la construction durant la semaine, d'une candidature et la simulation d'un entretien de recrutement.

Ce module s'adresse à tous les doctorants, quel que soit leur projet après la thèse et ne préjuge d'aucune orientation spécifique.

## **Programme :**

[Voir programme détaillé sur le site de la formation]

1 semaine complète avec:

- conférences et méthodologie du lundi au jeudi
- simulation des entretiens le vendredi

## **Problèmes inverses en astronomie**

**Lieu :** ONERA

**Date de début de la formation :**

**Date limite d'inscription :**

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

- Laurent Mugnier (ONERA) • J.-M. Conan (ONERA)

## **Pré requis :**

Bases en probabilités, algèbre linéaire, formation d'image.

Support de cours optionel : « Des données à l'objet : le problème inverse », chap. 9, sec. 6 de L'observation en astrophysique, P. Léna et coll., EDP Sciences 2008

## **Mots clés :**

problème direct et inverse, régularisation, estimation Bayésienne, estimation temps réel, optimisation

## **Objectifs :**

Généralement les données fournies par l'observation ne correspondent pas directement à la grandeur physique d'intérêt, mais lui sont liées par des lois physiques connues. Le traitement de données expérimentales, en Physique et en particulier en Astronomie, consiste donc essentiellement à résoudre un problème inverse.

Les méthodes d'inversion naïves ont souvent la caractéristique d'être « instables » au sens où l'inévitable bruit de mesure est amplifié de manière non contrôlée lors de l'inversion, et conduit à une solution inacceptable. Dans ce cas où les données seules ne suffisent pas à obtenir une solution acceptable, il est nécessaire de développer des méthodes d'inversion plus sophistiquées dites régularisées qui incorporent des contraintes supplémentaires pour imposer à la solution une certaine régularité compatible avec nos connaissances a priori sur celle-ci.

Concevoir explicitement le traitement de données comme l'inversion d'un problème direct est généralement très fructueux. Cela oblige à modéliser l'ensemble du processus de formation de données pour le prendre en compte dans l'inversion. Cela permet aussi d'analyser telle ou telle méthode existante et en particulier d'en expliciter les hypothèses sous-jacentes. Cela permet enfin de concevoir des méthodes tirant parti à la fois des connaissances sur le processus de formation des données et de celles que l'on a a priori, c'est-à-dire avant de faire les mesures, sur la grandeur physique d'intérêt.

Ce cours permettra aux étudiants d'acquérir les notions fondamentales sur le traitement de données expérimentales « moderne » c'est-à-dire fondé sur l'approche problèmes inverses. Le cours sera illustré sur des problèmes rencontrés en imagerie haute résolution, essentiellement pour l'astronomie mais également pour l'imagerie de la rétine.

## **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Simulations numériques et calcul haute performance: Applications à l'hydrodynamique pour l'astrophysique**

**Lieu :** CEA - Maison de la simulation

**Date de début de la formation :** 15 janvier 2018

**Date limite d'inscription :** 15 janvier 2018

**Langue de l'intervention :** français

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

Frederic Bournaud et al., chercheurs (CEA Département Astrophysique), P. Kestener, ingénieur (CEA)

## **Pré requis :**

Quelques connaissances de bases en manipulation et visualisation de données (python, IDL, etc) peuvent être utiles pour la réalisation du mini-projet sans être indispensable.

## **Compétences acquises a l'issue de la formation :**

A la fin de la formation, les participants sont théoriquement capables de paralléliser un code de simulation simple et de l'utiliser sur un super-calculateur : plusieurs thèmes de mini-projet pourront être réalisés, mais tous donneront l'occasion de paralléliser un code de simulation reposant sur des techniques utilisées en astrophysique numérique.

## **Objectifs :**

Le module vise globalement à former les participants aux bases du calcul numérique haute performance et à l'utilisation des supercalculateurs. Le point central de la formation sera donc le calcul massivement parallèle (MPI), allant des principes de bases du parallélisme à l'optimisation du calcul parallèle sur les supercalculateurs. Les nouvelles architectures (GPU, calcul hybride) sont également abordées au cours de la formation. Au-delà des aspects théoriques et informatiques du calcul parallèle, ce module est aussi l'occasion d'aborder de manière concrète des méthodes de simulations numériques pour des problèmes largement présents en astrophysique : équation de poisson et champs de forces, problèmes N-corps, hydrodynamique.

## **Programme :**

Voir programme détaillé sur le site de la formation:

[www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale](http://www.ias.u-psud.fr/fr/formation/enseignements/doctorat/formation-doctorale),

<https://ecole-doctorale.obspm.fr/fr/Formation>

## **Stochastic Processes in Astrophysics and Cosmology**

**Lieu :** Observatoire de Paris site de Meudon

**Date de début de la formation :** 23 avril 2018

**Date limite d'inscription :** 23 avril 2018

**Langue de l'intervention :** anglais

**Public prioritaire :** 1ère et 2ème année

## **Equipe pédagogique :**

Pier-Stefano CORASANITI (LUTH, OBSPM)

**Pré requis :**

Basic knowledge of computational programming (Python preferred).

**Objectifs :**

Stochastic processes are ubiquitous in nature. These lectures intend to give graduate students a basic understanding of the foundation of stochastic models and their application to astrophysical phenomena. The lectures will be complemented with practical classes that will help students to familiarize with the theoretic material through the use of numerical simulations.

**Programme :**

[Voir programme détaillé sur le site de la formation]