

Gravitation classique et mécanique céleste

**ECTS** : 6

**Volume horaire** : 30

**Description du contenu de l'enseignement :**

This course is taught in French at Observatoire de Paris.

La mécanique céleste est plus vivante que jamais. Après un renouveau résultant de la conquête spatiale et de la nécessité des calculs des trajectoires des engins spatiaux, un deuxième souffle est apparu avec l'étude des phénomènes chaotiques. Cette dynamique complexe permet des variations importantes des orbites des corps célestes, avec des conséquences physiques importantes qu'il faut prendre en compte dans la formation et l'évolution du système solaire. Avec la découverte des planètes extra solaires, la mécanique céleste prend un nouvel essor, car des configurations qui pouvaient paraître académiques auparavant s'observent maintenant, tellement la diversité des systèmes observés est grande. La mécanique céleste apparaît aussi comme un élément essentiel permettant la découverte et la caractérisation des systèmes planétaires qui ne sont le plus souvent observés que de manière indirecte.

Le cours a pour but de fournir les outils de base qui permettront de mieux comprendre les interactions dynamiques dans les systèmes gravitationnels, avec un accent sur les systèmes planétaires, et en particulier les systèmes planétaires extra solaires. Le cours vise aussi à présenter les outils les plus efficaces pour la mise en forme analytique et numérique des problèmes généraux des systèmes dynamiques conservatifs.

Plan:

- Le problème des deux corps. Aperçu de quelques intégrales premières, réduction du nombre de degrés de liberté, trajectoire, évolution temporelle. Développements classiques du problème des deux corps
- Introduction à la mécanique analytique. Principe de moindre action, Lagrangien, Hamiltonien
- Équations canoniques. Crochets de Poisson, intégrales premières, transformations canoniques
- Propriétés des systèmes Hamiltoniens. Systèmes intégrables. Flot d'un système Hamiltonien
- Intégrateurs numériques symplectiques
- Systèmes proches d'intégrable. Perturbations. Série de Lie
- Développement du potentiel en polynômes de Legendre
- Évolution à long terme d'un système planétaire hiérarchique, mécanisme de Lidov- Kozai. Application aux exoplanètes
- Mouvements chaotiques
- Exposants de Lyapounov
- Analyse en fréquence.

**Document susceptible de mise à jour - 10/02/2026**

**Université Paris Dauphine - PSL** - Place du Maréchal de Lattre de Tassigny - 75775 PARIS Cedex 16