



# Astrophysique des Hautes Énergies



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
18h

## En bref

- **Méthode d'enseignement:** En présence
- **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Ce cours est une introduction à l'accélération, la propagation et aux mécanismes de rayonnement des particules énergétiques dans les milieux astrophysiques. Il en donnera les concepts fondamentaux.

### Objectifs

Acquérir les notions de bases sur les processus d'accélération et de propagations des astroparticules dans les milieux magnétisés. Le cours sera donné sous forme magistrale, mais accompagné d'exercices avec leurs corrigés, à faire chez soi en complément. Une fiche de lecture d'une courte revue sur les rayons cosmiques sera aussi demandée pour se familiariser avec la lecture d'articles.

Acquérir les connaissances essentielles sur les mécanismes de rayonnement des particules énergétiques dans les milieux astrophysiques, notamment synchrotron, Bremsstrahlung, Compton inverse et production de pi-mésons. Ces processus

seront présentés sous forme magistrale, mais le cours visera à développer la mise en pratique de ces connaissances dans la résolution de problèmes.

## Pré-requis nécessaires

Pré-requis nécessaires\* :

Mécanique des fluides, électromagnétisme, relativité restreinte.

**Pré-requis recommandés :**

Physique des plasmas, dynamique hamiltonienne, mécanique analytique, magnétohydrodynamique.

## Contrôle des connaissances

CCI 100% : Examen écrit avec documents (3h) + Fiche de lecture à rendre. La note sera le max entre la note d'examen et la moyenne pondérée de l'examen avec la fiche de lecture.

## Syllabus

1ère série cours :

- Revue sur le rayonnement cosmique.



- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme: mouvement de Larmor, effet d'un champ électrique, cas de dérive du centre guide produit par une force externe perpendiculaire au champ magnétique, dérive du centre guide produite par un gradient du champ magnétique : moment magnétique de la particule. Le premier invariant adiabatique du mouvement dans champ magnétique non uniforme et le miroir magnétique.

- Dérivation de l'équation de Vlasov à partir de Klimontovich, l'équation de Vlasov non-relativiste et relativiste, l'effet Landau, une introduction à l'équation de Fokker-Planck

- Dérivation des équations de la MHD idéale à partir de Vlasov, équations à un et deux fluides et la loi d'Ohm généralisée, théorème d'Alfvén.

- La reconnexion magnétique, modèle de Sweet-Parker et deux mots sur Petschek

- La formule de confinement de Hillas, Les processus d'accélération de Fermi 2ème et 1er ordre (cas d'une onde de choc).

- La théorie quasi-linéaire du transport du rayonnement cosmique.

2ème série cours :

- Rayonnement de charges accélérées: électrodynamique classique, généralisation relativiste

- Émission Bremsstrahlung

- Rayonnement synchrotron

- Applications: électrons cosmiques

- Processus quantiques : Compton inverse, émission hadronique

- Applications: vestige de supernova

## Infos pratiques

### Contacts

Responsable pédagogique

Eric Nuss

✉ [eric.nuss@umontpellier.fr](mailto:eric.nuss@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet