



# Astroparticules 2



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
4 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
24h

## En bref

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

## Présentation

### Description

Le cours décrit les différents détecteurs et les processus physiques mis en jeu lors de la détection des particules en physique des hautes énergies. Dans un second temps, nous décrirons le fonctionnement des principaux accélérateurs de particules que nous retrouvons en physique des hautes énergies mais aussi dans bien d'autres domaines tels que le médical, l'industrie, la science des matériaux, l'archéologie etc...

Le cours donne une description détaillée des processus physiques et des techniques expérimentales intervenant lors de la détection des particules chargées et neutres dans les détecteurs, cette détection étant la base de toute mesure physique.

On donnera une description détaillée des différents rayonnements et des interactions particules-matière.

Nous nous attacherons à décrire les systématiques associées à ces processus ainsi qu'à leur traitement statistique.

## Objectifs

Le premier objectif du cours est que les étudiants soient capables de comprendre et/ou définir quels types de détecteurs seront nécessaires lors de leurs futurs projets tout en sachant évaluer approximativement leurs futures performances, efficacités, coûts etc... Le second objectif est de sensibiliser les étudiants aux systématiques inhérentes à tout détecteur lors de l'analyse des données, ces dernières ayant un impact certain sur l'interprétation physique de ces analyses.

## Pré-requis nécessaires

- Formation générale en physique niveau M1,
- Physique nucléaire et corpusculaire,
- Mathématiques pour la physique.

### Pré-requis recommandés :

Notions de bases en :

- Relativité restreinte et de cinématique relativiste,
- Physique nucléaire.



## Contrôle des connaissances

Examen final écrit sans documents d'une durée de 3h.

## Syllabus

Supports de cours/TD et cours/corrections des exercices en anglais.

Section 1 "Introduction to detectors"

1/ Interactions of particles with matter for dummies

2/ Examples for major discoveries made possible by detector progress

A/ Discovery of positron by C.Anderson and imaging techniques

B/ First neutral current events and electronic detectors

C/ Discovery of intermediate vector bosons  $W_{\pm}, Z^0$ , UA1 and UA2 at CERN in anti-p p interactions

D/ Discovery of neutrino oscillations + detection of neutrinos from SN1987A

E/ Discovery of the Higgs boson at CERN in p p interactions

3/ A very simple detector :

A/ key components of a typical scintillation counter

B/ Scintillators

C/ Photo Multiplier Tubes, Light Collection and Photon Detection

4/ Parameters characterizing detectors

5/ Example of a particle detector in space for gamma-ray astronomy. The Fermi Observatory !

Section 3 : "Interaction of charged particles with matter"

1) Energy loss of heavy charged particles :

A/ Bethe-Bloch Formula

B/ Discussion of Bethe-Bloch formula

C/  $\#$ -Rays

D/  $\Delta E - E$  Telescopes, Particle ID from  $dE/dx$

2) Interaction of electrons with matter

A/ Electron energy loss

B/ Critical energy

C Mean free path

D/ Radiation length

3) Fluctuations :

A/ Fluctuations in energy loss distribution, Landau distribution

B/ Multiple scattering

C/ How does interaction of charged particles with matter impact the science ? Some examples from the LAT

4) Cherenkov radiations

A/ Definition

B/ Cherenkov counters

Section 4 : "Interaction of  $\gamma$  - rays with matter"

1/ Attenuation of  $\#$ -rays: Some definitions

2/ Photoelectric absorption

3/ Compton scattering



4/ Pair production

Section 5 : “Electromagnetic and hadronic showers”

1/ Electromagnetic showers

2/ Interaction of hadrons

3/ Calorimetry

Section 3 : “Accelerators”

1/ History and over view of particle accelerators

A/ Why study particle accelerators ?

B/ Radioactivity

C/ Cosmic rays

D/ Early accelerators

2/ Colliders

A/ Over view

B/ Luminosity

C/ Particle sources

D/ Synchrotron radiations

3/ Main colliders and accelerator

A/ Cyclotrons

B/ Synchrocyclotrons (protons)

C/ Linear accelerators (electrons)

D/ The LHC accelerator complex

## 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