



# Anglais M1 PFA



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
2 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
21h

## En bref

- > **Langue(s) d'enseignement:** Anglais
- > **Méthode d'enseignement:** En présence
- > **Forme d'enseignement :** Travaux dirigés
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Pré-requis nécessaires

Compréhension écrite et orale, notions de grammaire et compétences d'expression écrite et orale élémentaires.

Prérequis recommandés :

Niveau B1+ du CECRL à l'oral comme à l'écrit

## Présentation

### Description

Cours TD d'anglais, à l'intention des étudiants de la filière Master 1 Physique et qui visent l'autonomie professionnelle en langue anglaise scientifique.

### Objectifs

- Mobiliser les 4 compétences langagières décrites par le Cadre Européen Commun de Références en Langues (CECRL) à un niveau B2
- Pratique de l'écoute et de la compréhension de documents de spécialités
- Rédaction de rapports de vulgarisation scientifique sur un phénomène

## Contrôle des connaissances

Contrôle continu intégral

La présence et une participation active aux cours seront exigées.

## Syllabus

- Compréhension orale – supports vidéo, échanges en groupe
- Compréhension écrite – à partir d'articles de la presse scientifique
- Expression orale en interaction – entretiens et travaux en groupe
- Expression écrite – entraînement à la traduction et à la rédaction de rapports scientifiques
- Expression orale en présentations individuelles sur la thématique de spécialité



## Infos pratiques

---

### Contacts

FdS master physique

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

Responsable pédagogique

Sonia Chalbi

✉ [sonia.chalbi@umontpellier.fr](mailto:sonia.chalbi@umontpellier.fr)

---

### Lieu(x)

› Montpellier - Triolet



# Astrophysique



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
3 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:** Non

- Comprendre les bases de la formation d'un spectre et son interprétation
- Connaître les méthodes de mesure de distance et leurs limitations
- Connaître les bases de la physique stellaire
- Construire un modèle simple de structure stellaire

## Présentation

### Description

Cette UE vise à apporter des notions de base en astronomie et en astrophysique, qui seront utiles dans les autres UE d'astrophysique du master. Elle est aussi une illustration de l'application des concepts de la physique pour la description des objets astrophysiques. La plupart des concepts abordés seront approfondis par la suite dans les UE de 2e année.

### Objectifs

- Connaître la terminologie et les ordres de grandeur usuels en astrophysique
- Connaître les principaux instruments et techniques d'observation
- Réaliser des calculs de base d'astrométrie et photométrie
- Connaître les processus de rayonnement électromagnétique dans le contexte astrophysique

### Pré-requis nécessaires

**Prérequis recommandés :**

Licence de physique

### Contrôle des connaissances

CCI

### Syllabus

Objets astrophysiques et ordres de grandeur

Astrométrie

Mesures de distances astrophysiques

Le rayonnement électromagnétique en astrophysique et son étude

Photométrie



Propriétés observationnelles des étoiles

Photosphères stellaires

Structure stellaire

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Bertrand Plez

✉ [bertrand.plez@umontpellier.fr](mailto:bertrand.plez@umontpellier.fr)

FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Atelier Astrophysique observationnelle 1



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
24h

## En bref

- › **Méthode d'enseignement:** En présence
- › **Forme d'enseignement :** Travaux pratiques
- › **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

- \* Mettre en œuvre la calibration et l'analyse de données avec un logiciel dédié et des scripts python
- \* Proposer une interprétation astrophysique simple des mesures obtenues
- \* Rédiger un rapport scientifique

## Présentation

### Description

L'Atelier Astrophysique observationnelle 1 constitue une initiation à la réalisation d'une étude observationnelle (photométrie ou spectroscopie) d'objets astrophysiques (étoiles, nébuleuses) au niveau M1. Les étudiants en réalisent toutes les étapes depuis la planification et la réalisation des observations à l'observatoire astronomique de la Faculté des Sciences, jusqu'à la calibration et l'analyse des données obtenues. Ce module est conçu comme une préparation au module de M2 Atelier Astrophysique observationnelle 2 (HAP905P).

### Objectifs

- \* Planifier des observations astronomiques
- \* Acquérir des données astronomiques de photométrie ou de spectroscopie exploitables
- \* Connaître les étapes de calibration, et les adapter aux données

### Pré-requis nécessaires

- \* Optique géométrique
- \* Optique Ondulatoire et Electrodynamique
- \* Dynamique Newtonienne
- \* Physique Expérimentale
- \* Outils Mathématiques
- \* Python pour les sciences

### Contrôle des connaissances

Oral

### Syllabus

Cette UE comporte 4 aspects :

- \* des cours et ressources pour fournir aux étudiants les connaissances nécessaires à la mise en œuvre d'une étude observationnelle en astrophysique ;
- \* la préparation et la réalisation pratique d'une observation à l'observatoire astronomique de la Faculté des Sciences ;
- \* la calibration et l'analyse des données acquises sous forme numérique avec un logiciel dédié et des scripts python codés par les étudiants ;



\* la présentation du travail réalisé en respectant les standards de la recherche.

---

## Informations complémentaires

Contenu des cours :

1. Planification des observations astronomiques
2. Utilisation des détecteurs CCD pour l'observation astronomique
3. Les mesures photométriques en astronomie et leur calibration
4. Les mesures spectroscopiques en astronomie et leur calibration
5. Analyse du signal en astrophysique

---

## Bibliographie

Références bibliographiques :

- \* ***Astronomie Astrophysique, Introduction, 5e édition***, A. Acker, Dunod, 2013
- \* ***Essential Astrophysics***, Kenneth R. Lang, Springer, 2013
- \* ***L'observation en astrophysique***, P. Léna, EDP Sciences CNRS, 2008
- \* ***Astrophysical techniques***, R. Kitchin, 6th edition, CRC Press, 2014

---

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Julien Morin

✉ [julien.morin@umontpellier.fr](mailto:julien.morin@umontpellier.fr)

FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Atomes, Molécules et Rayonnement



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
5 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
42h

## En bref

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

## Présentation

### Description

Cet enseignement fait partie du fondement de la physique moderne. Il fournit un socle de connaissances strictement nécessaire pour tous les parcours en physique puisque il pose les bases de la description théorique de l'interaction entre le champ électromagnétique et les éléments quantiques élémentaires tels que les systèmes à deux niveaux, les atomes et les molécules. Il fournit par ailleurs l'enseignement nécessaire à la compréhension du LASER, des dispositifs optiques modernes, ainsi que des méthodes et des analyses de spectroscopies.

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'introduire les concepts et méthodes théoriques permettant de décrire les propriétés électroniques des atomes et des molécules et l'interaction lumière-matière atomique : atomes et molécules en interaction avec des champs électriques et magnétiques, spin et moment angulaire, permittivité diélectrique, oscillations de

Rabi, rayonnement thermique, introduction à la physique du LASER.

### Pré-requis nécessaires

- Mécanique analytique
- Mécanique quantique

### Prérequis recommandés

- Électromagnétisme

### Contrôle des connaissances

Examen final écrit

### Syllabus

- 1) Atome d'hydrogène
- 2) Algèbre des moments
- 3) Perturbations indépendants du temps
- 4) Magnétisme – Spin et moment magnétique
- 5) Description Classique de l'interaction rayonnement-matière
- 6) Rayonnement de corps noir



7) Description quantique de l'interaction rayonnement-matière

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Mauro Antezza

✉ [mauro.antezza@umontpellier.fr](mailto:mauro.antezza@umontpellier.fr)

FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Hydrodynamique



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
4 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
33h

## En bref

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

## Présentation

### Description

Les fluides sont tout autour de nous en permanence à toutes les échelles. Comprendre la mécanique des fluides, c'est comprendre la mécanique de ce qui nous entoure : air et eau en particulier. A ce titre l'hydrodynamique fait partie du bagage de base du physicien.

L'UE Hydrodynamique constitue une introduction à la mécanique des fluides incompressibles parfaits (Euler) et visqueux Newtoniens (Navier-Stokes). Les écoulements classiques sont présentés, ainsi que la notion de couche limite, d'instabilité et de turbulence. L'accent est mis plus sur les idées physiques plus que sur les méthodes de résolutions mathématiques ou numériques avancées.

### Objectifs

Maîtriser les concepts et les écoulements de base de la dynamique des fluides afin de pouvoir aborder des cours plus avancés, soit de résolution numérique des équations

de l'hydrodynamique, soit de fluides complexes en M2, soit de magnéto-hydrodynamique (UE Dynamique des fluides en astrophysique et cosmologie en M2) et les applications dans les domaines de la biophysique, de la physique des colloïdes, ou l'ingénierie côtière pour ne citer que quelques exemples.

### Pré-requis nécessaires

Dynamique Newtonienne 1&2 en L

#### Prérequis recommandés :

Les UE Hydrodynamique, Élasticité et hydrodynamique, et Mathématiques pour la Physique de L sont utiles sans être obligatoires. D'une manière générale, un solide « background » de base de physique est nécessaire pour aborder ce cours.

### Contrôle des connaissances

CCI 100 %

### Syllabus

La description hydrodynamique. Points de vue Eulérien et Lagrangien. Équation de conservation de la quantité de matière, incompressibilité. Fluide parfait : équation d'Euler, bilan de quantité de mouvement et tenseur des contraintes du fluide idéal, conditions aux limites, hydrostatique, théorème de Bernoulli et applications, conservation de la vorticité, écoulement potentiel, exemples d'écoulements idéaux.



Tenseur des contraintes visqueuses, viscosité, fluide Newtonien, couche limite. Équation de Navier-Stokes et conditions aux limites. Passage Euler # Navier-Stokes, rôle du nombre de Reynolds, exemples et ordres de grandeurs. Exemples classiques simples des écoulements visqueux stationnaires et non stationnaires : écoulement de Couette plan et cylindrique, écoulement dans un tuyau, formule de Poiseuille. Fluide visqueux mis en mouvement par une contrainte tangentielle et relation avec la diffusion. Fluide très visqueux, écoulement et formule de Stokes.

Couche limite laminaire, théorie de Prandtl, forme de la couche limite. Décollement de la couche limite et rôle pour la turbulence. Notions sur la couche limite turbulente.

Instabilité : le principe de calcul des conditions de stabilité. Conditions empiriques et nombre de Reynolds, écoulements instables. Exemples : allée de Von Karman, instabilité de Couette dans des cylindres en rotation, instabilité de Kelvin Helmholtz, instabilité de l'écoulement dans un tuyau (Reynolds) et entre 2 plans parallèles, instabilité de Rayleigh Taylor ... la marche vers la turbulence.

Turbulence : description statistique du fluide turbulent, corrélations, tenseur de Reynolds, rôle et interprétation. Exemple d'application : le profil logarithmique de vitesse près d'un obstacle. Cascade de Kolmogorov et dissipation de l'énergie dans un fluide.

Ondes de gravité : la condition limite à l'interface entre deux fluides (avec et sans tension de surface). Limite linéaire, vagues en eau profonde et en profondeur finie, relation de dispersion, interprétation et rôle de la vitesse de phase et de la vitesse de groupe. Ondes de Stokes (solution non linéaire périodique). Applications.

Le cours est illustré de nombreuses applications de la physique et de la vie quotidienne, ainsi qu'environnementales.

---

## Contacts

### Responsable pédagogique

Frederic GENIET

✉ Frederic.Geniet@univ-montp2.fr

### FdS master physique

✉ fds-master-physique@umontpellier.fr

---

## Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet

## Infos pratiques



# Modélisation et Simulation en Physique



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
5 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
42h

## En bref

- › **Méthode d'enseignement:** En présence
- › **Forme d'enseignement :** Travaux pratiques
- › **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Cette UE comporte une mise à niveau et un approfondissement des techniques de programmation ainsi qu'une introduction à la physique numérique. On commencera avec une révision de la programmation procédurale avec le langage Python 3. Ensuite on regardera en profondeur des méthodes numériques pertinentes pour la physique, en étudiant une sélection d'algorithmes classiques de l'analyse numérique et en les appliquant aux problèmes physiques.

### Objectifs

Apprendre à programmer sur un niveau avancé avec Python et savoir appliquer ses connaissances en programmation scientifique. Connaître les notions d'erreur numérique, stabilité numérique et complexité algorithmique. Connaître et savoir implémenter des méthodes choisies pour le calcul numérique des intégrales, pour la résolution des équations

différentielles ordinaires et partielles et pour l'échantillonnage Monte Carlo.

### Pré-requis nécessaires

Compétences de bases en programmation. Connaissances en informatique, physique et mathématiques au niveau de la licence en physique.

#### Prérequis recommandés

Bonne pratique de Python 3 et ses modules, notamment NumPy. Formations de la licence en programmation et en physique numérique, en particulier soit « Programmation pour la physique » soit « Outils de simulation » en L3 ou équivalent.

### Contrôle des connaissances

Contrôle continu intégral

### Syllabus

Programmation procédurale avec Python 3 (révisions et approfondissements)

Programmation scientifique, la bibliothèque NumPy

Graphisme avec Matplotlib

Notions de l'erreur numérique, de la stabilité et de la complexité algorithmique



Méthodes de quadrature numérique: Méthodes de Newton-Cotes, méthodes adaptatives, quadrature de Gauss

Équations différentielles ordinaires: Méthodes de Runge-Kutta, méthodes implicites, méthodes adaptatives

Méthodes de différences finies pour les équations différentielles partielles

Échantillonnage et intégration Monte-Carlo

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Felix Brummer

✉ [felix.brummer@umontpellier.fr](mailto:felix.brummer@umontpellier.fr)

FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Physique expérimentale



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
5 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
42h

## En bref

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

Le panel des expériences proposées couvre les domaines de la physique enseignés dans les différents parcours de Physique. L'étudiant doit choisir parmi ses différentes expériences celles qui lui semblent le plus proche de ses centres d'intérêts. Un effort important est fait pour intégrer les nouvelles technologies d'acquisition des données et l'utilisation des outils informatiques afin de comparer expérience et théorie.

## Présentation

### Description

Ce module a pour but de permettre aux étudiants de confronter la réalité expérimentale à leurs connaissances théoriques. Une attention particulière est portée sur la rédaction des résultats et leurs présentations sous forme de communication orale. Le travail s'organise en séance de huit heures pour laquelle un thème est choisi par les étudiants. Ils consignent leurs résultats et leurs analyses dans un cahier d'expériences sur le modèle des protocoles appliqués dans les laboratoires. A l'issue du semestre, l'étudiant choisit une thématique, qu'il développe sous forme d'un rapport final qu'il soutient oralement. Cet enseignement est une préparation des stages effectués par les étudiants au cours de leur cursus.

Exemples d'expériences mises à disposition : spectroscopies optique (IR, Visible), gamma, RX, acoustique ; photoluminescence à basse température ; spectroscopie en champ proche (AFM, STM) ; microscopie électronique...

### Objectifs

- Tenue d'un cahier d'expérience.
- Conception, mise au point, développement des démarches, méthodologies, protocoles, instruments et montages expérimentaux.
- Utiliser l'outil numérique et les langages de programmation pour simuler un problème physique, contrôler une expérience et analyser des données.
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit,

### Contrôle des connaissances

Suivi de la tenue du cahier d'expériences, rapport écrit, présentation orale.

### Syllabus



Ce module a pour but de permettre aux étudiants de confronter la réalité expérimentale à leurs connaissances théoriques. Une attention particulière est portée sur la rédaction des résultats et leurs présentations sous forme de communication orale. Le travail s'organise en séance de huit heures pour laquelle un thème est choisi par les étudiants. Ils consignent leurs résultats et leurs analyses dans un cahier d'expériences sur le modèle des protocoles appliqués dans les laboratoires. L'étudiant doit choisir parmi ses différentes expériences celles qui lui semblent le plus proche de ses centres d'intérêts. Un effort important est fait pour intégrer les nouvelles technologies d'acquisition des données et l'utilisation des outils informatiques afin de comparer expérience et théorie. A l'issue du semestre, l'étudiant choisit une thématique, qu'il développe sous forme d'un rapport final qu'il soutient oralement. Cet enseignement est une préparation des stages effectués par les étudiants au cours de leur cursus.

Exemples d'expériences mises à disposition : spectroscopies optique (IR, Visible), gamma, RX, acoustique ; photoluminescence à basse température ; spectroscopie en champ proche (AFM, STM) ; microscopie électronique ...

Compétences à acquérir dans ce module :

- o Tenue d'un cahier d'expérience.
- o Conception, mise au point, développement des démarches, méthodologies, protocoles, instruments et montages expérimentaux.
- o Utiliser l'outil numérique et les langages de programmation pour simuler un problème physique, contrôler une expérience et analyser des données.
- o Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit.

## Infos pratiques

---

### Contacts

#### Responsable pédagogique

Thierry Bretagnon

✉ [thierry.bretagnon@umontpellier.fr](mailto:thierry.bretagnon@umontpellier.fr)

#### Responsable pédagogique

Didier Laux

✉ [didier.laux@umontpellier.fr](mailto:didier.laux@umontpellier.fr)

#### FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

› Montpellier - Triolet



# Relativité générale et cosmologie



Niveau d'étude  
BAC +4



ECTS  
3 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

Dans ce cours, nous étudions la théorie de la relativité générale, c'est dire la description moderne de la gravitation universelle. Après quelques rappels de relativité restreinte, nous nous familiariserons avec les concepts de bases de la relativité générale à partir de quelques solutions particulières admises de ces équations dans des contextes physiques bien identifiés : champ faible à la surface terrestre, géométrie autour d'une étoile sphérique isolée, univers aux grandes échelles. Cela nous permettra de généraliser notre compréhension et de construire la théorie, puis de déduire les équations du champ, c'est-à-dire les équations d'Einstein. Le cours s'achèvera sur une discussion des trous noirs et des ondes gravitationnelles.

### Objectifs

Le but de cette unité d'enseignement est de donner les bases de la relativité générale et de la cosmologie qui seront ensuite

approfondies dans l'enseignement de cosmologie avancée au Master 2ème année « Cosmos-Champ-Particules ».

### Pré-requis nécessaires

Connaissances en dynamique newtonienne, électromagnétisme et relativité restreinte.

#### **Prérequis recommandés :**

Un goût prononcé pour l'abstraction.

### Contrôle des connaissances

Examen écrit (3 h)

### Syllabus

Le plan global du cours est le suivant

- \* Rappel de relativité restreinte.
- \* Le principe d'équivalence : pourquoi l'espace-temps ne peut-il pas être celui de Minkowski ; décalage spectral gravitationnel en champ faible.
- \* Cinématique : coordonnées curvilignes ; métrique ; connection affine ; transport parallèle ; équation de déviation géodésique, courbure et forces de marée.
- \* Métrique autour d'un corps sphérique isolé : la solution de Schwarzschild ; géodésiques de genre temps et lumière ; équation radiale de l'énergie ; applications en champ



faible : décalage spectral, déviation de la lumière, avance du périhélie.

- \* Cosmologie : la solution de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker ; expansion de l'univers ; décalage spectral, distances.
- \* Dynamique : Les équations d'Einstein.
- \* Le trou noir de Schwarzschild : horizon des événements ; extension maximale, trou blanc ; diagramme de Kruskal.
- \* Ondes gravitationnelles : solutions d'onde plane ; effet d'une onde gravitationnelle sur la matière ; sources (formule du quadrupôle).

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Julien Larena

✉ [julien.larena@umontpellier.fr](mailto:julien.larena@umontpellier.fr)

FdS master physique

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

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet