



# Master Physique

## Subatomic and astroparticle physics

### Présentation

#### English presentation:

Recent advances in physics (high energy physics, quantum physics, condensed matter...) and related disciplines (astrophysics, life sciences, medical treatment and medical imaging...) are based on gathering, in laboratories or within national and international collaborations, a great diversity of skills and knowledge such as:

- Knowledge about fundamental theoretical and experimental physics;
- A broad view of the discipline: currently accepted theories, major open questions and plans to address them...
- Excellent knowledge of practical tools for modeling and analysis (mathematics, statistics, signal processing, database management, numerical simulations, instrumental developments);
- Ease with high-level experimental techniques;
- Teamwork and communication skills (project management, English, report writing, oral presentations).

The main objective of the Master of Physics is to train candidates to fit effectively into this framework, providing them with sound theoretical and practical bases, and giving them the opportunity to start specializing gradually through courses, personal projects and internships. The training aims to provide students with the necessary skills to carry out research and / or development work by focusing on:

- Autonomy in the analysis of a complex problem and the proposal of approaches (theoretical, numerical and / or experimental);
- Solid skills in computing (especially for the analysis of large datasets);
- Collaborative work;
- Ability to communicate scientific results.

The Master of Physics is a research-driven training, leading to fundamental or applied research, work in the *Science, Technology, Engineering and Mathematics* -STEM- industry (especially high-tech) and trades of education or dissemination of science. From a professional point of view, the training prepares either for a career as a researcher or a research engineer in the disciplinary fields concerned, or for a career in a sector where the knowledge and / or skills acquired as physicists prove to be useful. Thanks to a long-standing partnership with [Télécom Physique Strasbourg](#), the Master's degree also assumes the role of contributing to the formation of young engineers. In parallel with research-focused objectives, the Master of Physics also prepares students to pass the French recruitment competition for teachers Agrégation de Physique-Chimie, Option Physique through a specific track PA (Préparation à l'Agrégation). The mastery of the disciplinary foundations of Physics and Chemistry give rise to a solid theoretical and practical professional training in the trades of the education.

The Master of Physics consists of **7 tracks** with of a common first M1 year followed by a specialization at the M2 level. The content of each course is described in the specific pages. The courses are taught in English during the two years. For the main lectures, tutorial classes are duplicated with French and English teaching languages. M1 training consists of a common core of general physics taught through courses and tutorials in the first and second semester. Experimental training is an important part of the curriculum, with projects hosted by local laboratories. During these two semesters, optional courses allow students to discover the different possible tracks and specializations. The ties with ongoing academic research are ensured by weekly seminars given by researchers from Strasbourg laboratories during the first semester. In addition, students will train to actual research work via supervised projects and research internships in physics laboratories through (both in M1 and M2).

#### Résumé français:

Le master Physique de l'Université de Strasbourg est porté par la Faculté de Physique et Ingénierie, en partenariat avec [l'Observatoire d'Astrophysique de Strasbourg \(ObAS\)](#), [Télécom Physique Strasbourg \(TPS\)](#) et [l'École supérieure de biotechnologie de](#)

Composante	• <a href="#">Faculté de physique et ingénierie</a>
Langues d'enseignement	• Anglais
Niveau d'entrée	BAC +3
Durée	2 ans
ECTS	120
Volume global d'heures	750
Formation à distance	Non, uniquement en présentiel
Régime d'études	• FI (Formation initiale)
Niveau RNCP	Niveau 7
Disciplines	• Physique - Constituants élémentaires • Astronomie, astrophysique
Lieu	Master 1 : Campus Esplanade - Master 2 : Campus Cronenbourg
Campus	• Campus Esplanade • Campus Cronenbourg
Secteurs d'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Recherche-développement en sciences physiques et naturelles</a></li> <li>• <a href="#">Industrie automobile</a></li> <li>• <a href="#">Fabrication de composants et cartes électroniques</a></li> <li>• <a href="#">Fabrication d'instruments et d'appareils de mesure, d'essai et de navigation ; horlogerie</a></li> <li>• <a href="#">Télécommunications</a></li> <li>• <a href="#">Recherche-développement scientifique</a></li> <li>• <a href="#">Activités pour la santé humaine</a></li> <li>• <a href="#">Programmation, conseil et autres activités informatiques</a></li> <li>• <a href="#">Enseignement secondaire</a></li> <li>• <a href="#">Enseignement supérieur et post-secondaire non supérieur</a></li> </ul>
Code ROME	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Recherche en sciences de l'Univers, de la matière et du vivant</a></li> <li>• <a href="#">Études et développement informatique</a></li> <li>• <a href="#">Enseignement supérieur</a></li> <li>• <a href="#">Conseil et maîtrise d'ouvrage en systèmes d'information</a></li> </ul>
Stage	Obligatoire

Strasbourg (ESBS) et avec les *Instituts Thématiques Interdisciplinaires* ITI/EUR HiFunMat, IRMIA++ et QMat. Après une première année de formation généraliste fortement mutualisée, il propose 6 parcours orientés vers la recherche -Astrophysics and data science (Astro); Physics of Quantum and Soft Condensed Matter (PhyQS); Cell physics; Radiation physics, detector, instrumentation and imaging (PRIDI); Subatomic and astroparticle physics (SAP) and Quantum Technologies-European Program -s'appuyant sur les laboratoires Strasbourgeois et un parcours permettant de préparer le concours de recrutement de l'Agrégation de Physique-Chimie-Option Physique.

## Objectifs

### English version :

The Subatomic and astroparticles physics -SAP- master programme focuses on fundamental and applied research programmes conducted at facilities such as large centres in particle physics (for instance LHC at [CERN](#) in Geneva, or [JUNO](#) in China) or in nuclear physics (for instance SPIRAL at [GANIL](#) in France) and on the strong connections with modern cosmology and astrophysics. The two-year Master programme includes advanced lectures on theoretical methods and experimental techniques and requires active participation of the students in research projects to prepare them for a professional career in science.

**Learning by active participation in research** The educational programme is built around the wide range of research activities conducted at the [Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien \(IPHC\)](#) hosting the second year specialisation of the Master. This assures close contacts between students and scientists participating in the Master programme via lectures and research projects proposed to students. In addition to theoretical physics IPHC has a long tradition in developing instrumentation for ambitious research programmes within large international collaborations. Scientists of the IPHC conduct world-class research in all current major centres and domains of subatomic physics.

The fundamental and applied research programmes in particle and nuclear physics, both connected to modern cosmology and astrophysics define the basic content of the second year of this Master.

The successful graduates acquire a solid expertise preparing them for the different phases of a scientific research programme in experimental or theoretical subatomic physics :

- Theoretical description and experimental aspects of a given physics problem
- Design study, development and realisation and commissioning of appropriate detection systems
- Data taking and data analysis
- Simulation of experiments and modelling of physical processes and phenomena
- Interpretation of the experimental results

### French version :

Le programme Master Physique subatomique et Astroparticules -PSA- se concentre sur des programmes de recherche fondamentale et appliquée menés auprès d'installations comme celles de grands centres de physique des particules (par exemple le LHC au [CERN](#) à Genève, ou [JUNO](#) en Chine) ou de physique nucléaire (par exemple SPIRAL au [GANIL](#) en France) et sur leurs liens étroits avec la cosmologie moderne et l'astrophysique. Le programme du Master est réparti sur deux ans et comprend des cours avancés, à la fois sur les principes théoriques et les techniques expérimentales, et nécessite une participation active des étudiants à des projets de recherche pour les préparer à une carrière professionnelle en science.

La formation via une participation active à la recherche constitue le socle du programme éducatif du Master PSA. Celui-ci est construit autour du large éventail d'activités de recherches conduites à l'[Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien \(IPHC\)](#) qui accueille la deuxième année de spécialisation du Master. Cela permet des contacts étroits entre les étudiants et les scientifiques participant au programme du Master via des conférences et des projets de recherche proposés aux étudiants. En parallèle de travaux en physique théorique, l'institut possède une longue tradition dans le développement d'instruments de pointe pour des programmes de recherche ambitieux au sein de grandes collaborations. Les scientifiques de l'IPHC effectuent leurs recherches dans tous les grands centres et domaines actuels de physique subatomique.

Les programmes de recherche fondamentale ou appliquée en physique des particules et physique nucléaire, possédant des liens étroits avec la cosmologie moderne et l'astrophysique, définissent le contenu principal de la deuxième année de ce Master. Les futurs diplômés acquièrent ainsi une solide expertise à même de les préparer aux différentes phases d'un projet scientifique s'inscrivant dans un programme de recherche en physique subatomique expérimentale ou théorique :

- Description théorique et appréhension des aspects expérimentaux d'un problème de physique
- Étude de conception, développement, réalisation et mise en service de systèmes de détection
- Prise de données et analyse des données
- Simulation d'expériences et modélisation des processus et phénomènes physiques
- Interprétation des résultats expérimentaux

### English version :

**A two-year programme** The first year of the Master aims at providing a solid and broad base in theoretical and experimental physics and is shared by all specialisations : Condensed Matter and Nanophysics, Astrophysics and Physics of Radiation and Imaging techniques. Students from other universities, who

Stage à l'étranger	Possible
Alternance	Non

## Aménagements pour les publics ayant un profil spécifique

See the page of / Voir la page du [régime spécial d'études \(RSE\)](#)

### Droits de scolarité

- To know about the registration fees, [check the dedicated page on the site of the University of Strasbourg](#)
- Pour connaître les droits de scolarité, consultez la page dédiée [sur le site de l'Université de Strasbourg](#).

### Contacts

#### Responsable(s) de parcours

- [Boris Hippolyte](#)

#### Responsable pédagogique

- [Dominique Aubert](#)

#### Responsable(s) de mention

- [Thierry Charitat](#)

#### Réfèrent administratif

- [Rachida Azagouaghe](#)

have acquired this base, can join the Master Programme directly at the second year, where the specialisation takes place. In the **second year** the students attend advanced lectures in particle and nuclear physics and cosmology. The second semester is devoted to a full time research project (Internship or Master thesis). This phase represents a crucial step in our educational approach driven by active participation in research and aims at high qualification to prepare a Ph D thesis in France or abroad.

#### French version :

**Un programme en deux ans :** la première année du Master, visant à fournir une base large et solide en théorie et physique expérimentale, est commune à toutes les spécialités : Physique Subatomique et Astroparticules, Matière Condensée et Nanophysique, Astrophysique et Physique du rayonnement et techniques d'imagerie. Les étudiants d'autres universités, qui ont acquis ces bases, peuvent intégrer directement le programme Master en deuxième année, où la spécialisation a lieu. En deuxième année les étudiants assistent à des cours avancés en physique des particules ainsi qu'en physique nucléaire et cosmologie. Le second semestre est consacré à un projet de recherche à temps plein (Stage ou Master thesis). Cette phase représente une étape cruciale dans notre approche pédagogique qui a pour fondement une participation active à la recherche et vise un haut niveau de qualification afin de préparer un doctorat thèse en France ou à l'étranger.

## Insertion professionnelle

Consultez le taux d'insertion professionnel d'après [les enquêtes de l'ORESIFE](#).

## Métiers visés

Our students pursue their career both in the public or private sector either after a successful PhD-thesis or directly after having completed the Master Diploma.

The career possibilities cover a large range of domains, both in fundamental and in applied research: Universities, CNRS, CEA, IRSN, EDF, ANDRA, Mirion Tech., international research organisations, companies developing detectors software algorithms (Big Data) and computing simulations.

Pour connaître en détail l'insertion professionnelle de nos diplômés, consultez [cette page](#).

## Les + de la formation

#### Targeted skills and knowledge :

- Science : understanding concepts and phenomena in subatomic and astroparticle physics, in particle detection and instrumentation, in computing and big data analysis.
- Research : modeling a physical problem within a given theoretical framework inventing, designing and simulating an experiment, analyzing and interpreting data.
- Project management : work impact and communicate in large international collaborations.

## Candidater

- Find out the information relative to [admission and registration on the site of the University of Strasbourg](#)
- Pour connaître les modalités de candidature, consultez [la page dédiée](#) sur le site de l'Université de Strasbourg.

## Prérequis obligatoires

#### English version

##### I - At the M1 level

- All the courses of this master are taught in English. B2 level (CEFR scale) is required.
- Our master of Physics assumes that candidates should have a solid knowledge of classical mechanics and classical electrodynamics. The students should as well know and be able to apply the laws of quantum mechanics and statistical physics of free particles.
- Some experience with programming languages is needed.

##### II - At the M2 level

- All the courses of this master are taught in English. A B2 level (CEFR scale) is required.
- A knowledge of a programming language and algorithmic (Fortran, C, C ++, Python type) is necessary to be able to correctly follow the program.
- Candidates must have a strong background in modern physics (Electromagnetism, relativity, statistical mechanics, quantum mechanics).
- For « Condensed Matter and Nanophysics » program, they must have followed and validated at least two courses (at the introductory and advanced levels) of quantum mechanics, statistical mechanics and electromagnetism.
- For « Subatomic physics and astroparticles » program, they must have followed and validated at least two courses (at the introductory and advanced levels) of quantum mechanics and a course of subatomic physics (particles or nuclear).
- The Master's program is intensive, and it is not possible to have a parallel job. Financial resources must be guaranteed. Students with very good academic records may apply for the [Master QMat scholarship](#).
- solid knowledge of Quantum Mechanics and Special Relativity, introductory level in Subatomic Physics, Interaction of Radiations with Matter, basic skills in Programming and Scientific Numerical Methods.

#### French version

## I - Au niveau du M1

- L'ensemble des cours de ce master est enseigné en anglais. Un niveau B2 sur l'échelle du CECRL est nécessaire.
- Le master de physique suppose une solide connaissance de la mécanique classique et de l'électrodynamique classique. Les étudiants doivent avoir une formation de base en physique et être capable d'appliquer les lois de la mécanique quantique et de la physique statistique à des particules libres.
- Une expérience des langages de programmation est nécessaire.

## II - Au niveau du M2

- L'ensemble des cours de ce master est enseigné en anglais. Un niveau B2 sur l'échelle du CECRL est nécessaire.
- Une connaissance d'un langage de programmation et de l'algorithmique (type Fortran, C, C++, Python) est nécessaire.
- Pour le parcours « Matière Condensée et Nanophysique », avoir suivi et validé au moins deux cours (introductif et avancé) de mécanique quantique, de physique statistique et d'électromagnétisme.
- Pour le parcours « Physique Subatomique et Astroparticules », avoir suivi et validé au moins deux cours (introductif et avancé) de mécanique quantique et un cours de physique subatomique (particules ou nucléaire).
- Il n'est pas possible de travailler en parallèle des cours, qui sont très denses. Les ressources financières doivent être garanties. Les meilleurs dossiers académiques peuvent se porter candidat à la [bourse de master QMat](#).

## Stage

### Stage en France

Durée du stage : 3 months minimum

Période du stage : Early March

# Programme des enseignements

## Subatomic and astroparticle physics

### Master 1 - Physique - Subatomic and astroparticle physics

Master 1 - Physique - Physics research - Tronc commun

Semester 1 - Physics research				
	CM	TD	TP	CI
UE 1 - Semestre 1 - Quantum mechanics and statistical mechanics	9 ECTS	-	-	-
Quantum mechanics	26h	26h	-	-
Statistical mechanics	26h	26h	-	-
UE 2 - Semestre 1 - Numerical physics and Current research in physics	6 ECTS	-	-	-
Numerical physics	16h	-	16h	-
Current research in physics	14h	-	-	-
UE 3 - Semestre 1 - Experimental physics I	6 ECTS	-	-	-
Experimental physics I	-	-	56h	-
UE 4 - Semestre 1 - Elective course (2 to choose among)	6 ECTS	-	-	-
Liste UE 4 - choisir 2 parmi 10				
Mécanique des milieux continus	26h	-	-	-
Astrophysical objects and their observations	26h	-	-	-
Group theory	26h	-	-	-
Ionizing radiation and detection methods	26h	-	-	-
General relativity	26h	-	-	-
Advanced quantum mechanics	26h	-	-	-
Project	26h	-	-	-
Photonics for quantum science and technology	26h	-	-	-
Soft condensed matter	26h	-	-	-
Focus : sciences physiques ou mathématiques	20h	-	-	-
UE 5 - Semestre 1 - Free course	3 ECTS	-	-	-

	CM	TD	TP	CI
<b>Liste UE 5 - choisir 1 parmi 9</b>				
Mécanique des milieux continus	26h	-	-	-
Astrophysical objects and their observations	26h	-	-	-
Group theory	26h	-	-	-
Ionizing radiation and detection methods	26h	-	-	-
General relativity	26h	-	-	-
Advanced quantum mechanics	26h	-	-	-
Project	26h	-	-	-
Photonics for quantum science and technology	26h	-	-	-
Soft condensed matter	26h	-	-	-
<b>UE facultative (au-delà de 30 ECTS validés) - Bases de mécanique quantique et physique statistique TEST</b>				
Bases de mécanique quantique	16h	-	-	-
Bases de physique statistique	16h	-	-	-

<b>Semester 2 - Physics research</b>				
	CM	TD	TP	CI
<b>UE 1 - Semestre 2 - Nuclear physics and elementary particles 6 Solid state physics 9 ECTS</b>				
Nuclear physics and elementary particles	26h	26h	-	-
Solid State physics	26h	26h	-	-
<b>UE 2 - Semestre 2 - Numerical simulations 3 ECTS</b>				
Numerical simulations	12h	-	16h	-
<b>UE 3 - Semestre 2 - Experimental physics II and Laboratory internship 12 ECTS</b>				
Experimental physics II (in laboratory)	4h	-	16h	-
Laboratory internship	-	-	-	-
<b>UE 4 - Semestre 2 - Elective course (1 to choose among) 3 ECTS</b>				
<b>Liste UE 4 - choisir 1 parmi 9</b>				
Particles and astroparticles	26h	-	-	-
Stellar physics	26h	-	-	-
Atomic and molecular physics	26h	-	-	-
Introduction to physics of living systems	26h	-	-	-
Relativistic quantum mechanics	26h	-	-	-
Numerical methods in physics	26h	-	-	-
Project	26h	-	-	-
Electronics for quantum science and technology	26h	-	-	-
Phénomènes critiques et physique statistique hors-équilibre	26h	-	-	-
<b>UE 5 - Semestre 2 - Free course 3 ECTS</b>				

	CM	TD	TP	CI
<b>Liste UE 5 - choisir 1 parmi 9</b>				
Particles and astroparticles	26h	-	-	-
Stellar physics	26h	-	-	-
Atomic and molecular physics	26h	-	-	-
Introduction to physics of living systems	26h	-	-	-
Relativistic quantum mechanics	26h	-	-	-
Numerical methods in physics	26h	-	-	-
Project	26h	-	-	-
Electronics for quantum science and technology	26h	-	-	-
Phénomènes critiques et physique statistique hors-équilibre	26h	-	-	-
<b>Liste UE facultative Facultatif</b>				
UE 7 - Semestre 2 - Optional	-	-	-	-
Voluntary internship	-	-	-	-

### Master 2 - Physique - Subatomic and astroparticle physics

<b>Semester 3 - Subatomic and astroparticle physics</b>				
	CM	TD	TP	CI
Course unit: subatomic physics - Semestre 3	9 ECTS	-	-	-
Quantum field theory	22h	-	-	-
Nuclei and nucleon interactions	22h	-	-	-
Particle physics	22h	-	-	-
Astroparticles	14h	-	-	-
Course unit: instrumentation and modelisation - Semestre 3	6 ECTS	-	-	-
Radiation interaction with matter	14h	-	-	-
Detectors physics and detection systems	14h	-	-	-
Data analysis and modelisation	16h	-	-	6h
Course unit: elective compulsory classes (4 to choose among) - Semestre 3	12 ECTS	-	-	-

	CM	TD	TP	CI
<b>Liste UE3 Choix - choisir 4 parmi 9</b>				
Theoretical aspects of Nuclear physics	20h	-	-	-
From nuclei to stars	20h	-	-	-
Theoretical aspects of Particle physics	20h	-	-	-
Beyond Standard Model	20h	-	-	-
General relativity and applications to cosmology	20h	-	-	-
Astro particles and observational cosmology	20h	-	-	-
Physics of nuclear reactors and other application of nuclear physics	20h	-	-	-
Quantum physics, Analytical mechanics, Special relativity	20h	-	-	-
Strong interaction at Hadronic Colliders	20h	-	-	-
Free course - Semestre 3	3 ECTS	-	-	-
<b>Liste UE4 Choix - Free - choisir 1 parmi 9</b>				
Theoretical aspects of Nuclear physics	20h	-	-	-
From nuclei to stars	20h	-	-	-
Theoretical aspects of Particle physics	20h	-	-	-
Beyond Standard Model	20h	-	-	-
General relativity and applications to cosmology	20h	-	-	-
Astro particles and observational cosmology	20h	-	-	-
Physics of nuclear reactors and other application of nuclear physics	20h	-	-	-
Quantum physics, Analytical mechanics, Special relativity	20h	-	-	-
Strong interaction at Hadronic Colliders	20h	-	-	-

<b>Semester 4 - Subatomic and astroparticle physics</b>				
	CM	TD	TP	CI
Course unit: student project (1 to choose among) - Semestre 4	3 ECTS	-	-	-
Solving physics questions with computing	-	-	-	36h
Experimental platform (EX2)	-	-	15h	-
Module 1 of European School of Instrumentation in Particle and Astroparticle (Université Grenoble Alpes)	-	-	24h	14h
Course unit: professional integration - Semestre 4	3 ECTS	-	-	-
Professional integration	18h	-	-	-
Course unit: research internship - Semestre 4	24 ECTS	-	-	-
Long-term Internship (3 months minimum)	-	-	-	-



	CM	TD	TP	CI
Liste facultative <b>Facultatif</b>				
Voluntary intership (diploma supplement) - Semestre 4	3 ECTS	-	-	-
Liste UE4 <b>Facultatif</b>				
Voluntary internship		-	-	-