

# Proposition de réforme du Master de Physique – Exposé des motifs

## 1. Contexte

Cette réforme du master en physique vise à rendre le programme plus attractif, tant pour les étudiants locaux qu'internationaux.

Dans ce but, nous avons l'intention de :

- Aligner le programme de master sur les lignes de recherche modernes, offrir des cours optionnels plus spécialisés et le rendre plus compétitif par rapport aux autres universités.
- Créer plus de connexions entre les différentes spécialisations, afin de donner aux étudiants plus de possibilités d'interagir les uns avec les autres et de développer leurs compétences.

Ces changements structurels s'accompagnent de changements plus modestes au niveau des cours individuels.

## 2. Spécialisations

Le nouveau master comportera 5 orientations :

- Physique théorique
- Physique des particules
- Cosmologie et physique des astroparticules
- Physique des systèmes complexes
- Sciences et Information quantiques, qui se déclinera en direction « Matériaux quantiques » et « Optique quantique »

par opposition au format actuel : *Physique théorique, Physique nucléaire et corpusculaire, Cosmologie et astrophysique des particules, Physique appliquée, Physique de la matière quantique.*

Dans ce qui suit, nous présentons, pour chaque spécialisation, les caractéristiques les plus importantes et résumons au point 5 le programme complet du master.

### ***Physique théorique (Theoretical Physics)***

Les changements les plus importants sont les suivants :

- Un noyau plus petit, mais en même temps plus large, de cours obligatoires (Champs et particules 1, (Quantum Field Theory 1), Relativité générale (General Relativity), Transitions de phase (Phase Transitions), Lumière et Matière quantique (Quantum Light and Matter)) couvrant les principaux intérêts du Département de physique théorique.
- Le laboratoire théorique 4 est remplacé par des « Modules théoriques » : un ensemble d'exercices avancés de résolution de problèmes attachés à d'autres cours de master.

- Une offre plus large de cours optionnels, organisés en « filières » optionnelles : des ensembles de cours particulièrement cohérents et alignés sur des thèmes spécifiques. Les "Cours obligatoires B", qui caractérisaient le précédent master, seront désormais optionnels.

- Le mémoire de master comprendra, outre le projet de recherche, 6 à 10 crédits de cours à obtenir pendant la deuxième année du master. La charge de travail du projet de recherche sera adaptée pour absorber ce changement. Cette nouveauté a été introduite afin d'offrir aux étudiants du Master un niveau de compétences théoriques plus élevé et un nombre de cours attestés plus important, de façon à leur offrir un curriculum comparable à celui des meilleures et plus importantes institutions internationales.

### ***Physique des particules (Particle Physics)***

Le nom du master sera raccourci par rapport à l'ancien "Physique nucléaire et corpusculaire".

Les cours obligatoires seront les suivants : Champs et particules 1 (Quantum Field Theory 1), Détecteurs et accélérateurs (Detectors and Accelerators), Laboratoire expérimental IV, Physique des particules avancée (Advanced Particle Physics), Méthodes statistiques et numériques (Statistics and Numerical Methods), Séminaire de physique des particules (Particle Physics Seminar).

- Les anciens cours Physique des particules avancée 1 et Champs et particules Automne seront fusionnés en un seul cours (la nouvelle version du cours Champs et particules 1, qui est également obligatoire pour les spécialisations "Théorie" et "Cosmologie") ; Champs et particules 2 deviendra facultatif.

- Le laboratoire IV sera strictement orienté vers l'expérimentation.

- Le cours actuel « Chapitres Choisis de physique des particules » sera remplacé par un nouveau cours sur les Statistiques, qui présente un intérêt pour toutes les spécialisations du master.

### ***Cosmologie et physique des astroparticules (Cosmology and Astroparticle Physics)***

Outre le nouveau nom, les modifications comprennent :

- Un ensemble plus restreint de cours obligatoires : Relativité générale (General Relativity), Champs et particules 1 (Quantum Field Theory 1), Physique des astroparticules (Astroparticle Physics), Cosmologie (Cosmology), Laboratoire IV expérimental (tous donnés par la Section de physique). Cela laisse plus d'espace pour les cours optionnels. Une légère réorientation vers les cours basés sur l'expérimentation a été souhaitée.

- Au lieu du Laboratoire IV annuel (expérimental), seul le premier semestre du Laboratoire 4 expérimental sera obligatoire (l'option théorique n'existera plus, comme décrit ci-dessus).

### ***Physique des systèmes complexes (Physics of Complex Systems)***

Motivée par le prix Nobel de l'année dernière, la Section introduira un nouveau master axé sur les systèmes complexes et le chaos. Une partie de ces cours était déjà donnée dans le cadre du précédent master "Physique appliquée". Un nombre restreint de cours obligatoires avec le cours Transitions de phases (Phase transitions) et Principes de formation de structures (Principles of Pattern Formation) en automne et les cours Systèmes non-linéaires (Nonlinear Systems) et Introduction à la physique de la biologie (Introduction to the Physics of Biology) au printemps, qui seront complétés par le Laboratoire IV, permettra un choix plus important de cours à option.

### **Sciences et information quantique (Quantum Sciences and Information)**

Cette nouvelle orientation réunira une partie de l'ancien Master « Physique appliquée » qui sera donc désormais axé uniquement sur l'information quantique et l'ancien Master « Physique de la matière condensée ». L'orientation se déclinera en deux directions ayant le même nombre de crédits obligatoires et partageant un cours au semestre de printemps afin de marquer le lien entre les deux directions.

- La direction **Matériaux quantiques (Quantum Materials)** comptera les cours obligatoires Lumière et Matière quantique (Quantum Light and Matter), Transitions de phase (Phase Transitions), Matériaux quantiques 1 et 2 (Quantum Materials 1&2), le Laboratoire IV et Chapitres choisis de la recherche en sciences quantiques (Current topics in Quantum Science Research), cours qui est partagé avec la direction Optique quantique (Quantum Optics). Les cours à option Théorie de l'information quantique (Quantum Information Theory), Transport quantique et isolants topologiques (Quantum Transport and Topological Matter) et Chapitres choisis de l'information quantique (Selected topics in Quantum Information) seront particulièrement recommandés pour cette direction.
- La direction **Optique quantique (Quantum Optics)**, qui comptera comme cours obligatoires, outre le précité Chapitres choisis de la recherche en sciences quantiques (Current topics in Quantum Science Research), également Interactions laser-matière (Laser-Matter interaction), Optique et communications quantiques (Optics and Quantum Communication), Optique quantique (Quantum Optics), Théorie de l'information quantique (Quantum Information Theory) et le Laboratoire IV. Tous les autres cours seront facultatifs. Par rapport à la version précédente du master, les "Cours obligatoires B" seront supprimés (ils incluaient les systèmes non linéaires et d'autres cours qui font maintenant partie de la spécialisation "Physique des systèmes complexes"). Les cours à option Lumière et Matière quantique (Quantum Light and Matter), Biophotonique (Biophotonics), Chapitres choisis de l'information quantique (Selected topics in Quantum Information) et Introduction à la nano-électronique (Introduction to Nano Electronics) seront particulièrement recommandés pour cette direction.

### **3. Règlements**

Les changements les plus importants dans le règlement concernent :

- Les nouveaux titres des orientations.
- Le fait que le Laboratoire IV n'est plus obligatoire pour toutes les orientations.
- Les cours obligatoires en deuxième année de master pour les mémoires de master orientés vers la théorie.

### **4. Période de transition**

Pour la période de transition, nous avons inclus la déclaration suivante dans le règlement :

« Les étudiantes et les étudiants en cours d'études au moment de l'entrée en vigueur du présent règlement d'études restent soumis au règlement d'études du 16 septembre 2019, ainsi qu'au plan d'études correspondant. »