ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Master

M2 Sciences de la Fusion

Physique et Applications - Spécialité: Sciences de la Fusion

Autres partenaires académiques et industriels:

- **INSTN,** Guy BONNAUD
- **Bordeaux 1,** Philippe Moretto
- **UPMC,** Frank Rosmej

Mots clefs: ITER, Mégajoule, fusion magnétique, fusion inertielle, allumage rapide, plasmas, physique atomique/ionique, rayonnement X/XUV/optique, matière sous conditions extrêmes, matière à haute énergie/densité, laser de puissance, lasers à hautes intensités, laser X, interaction laser/rayonnement - matière/plasma, recherche, applications, spectroscopie et diagnostics, technologie, instrumentation et équipements thermonucléaires.

Langue du programme: Anglais & Français

Contexte:
L'Ecole Polytechnique co-habilite la spécialité "Fusion Sciences" avec les Universités Paris 6 (UPMC), Paris 11 (Paris-Sud), Nancy 1, Bordeaux 1, Aix-Marseille 1 et 3 ainsi qu'avec l'INSTN et l'INP Lorraine. Cette formation répond à la nécessité de faire émerger une communauté scientifique internationale partageant une culture pluridisciplinaire à l'interface de deux schémas de fusion : les fusions inertielle et magnétique. Chacun d'eux correspond à la construction en France d'instruments d'exception : le Laser Megajoule (Bordeaux) et le réacteur ITER (Cadarache). Outre la Physique des plasmas, l'enjeu est aussi de maitriser les technologies (électrotechnique, électronique de puissance, mesures associées...) permettant notamment de parvenir au confinement et au chauffage des plasmas. Ces technologies nous permettent d'espérer produire de l'électricité propre à partir de la fusion thermonucléaire au cours des 50 prochaines années.

Objectifs:
Ce programme de M2 vise à préparer des scientifiques et des ingénieurs de très haut niveau, français ou étrangers, aptes à s'investir dans les programmes concernant les recherches sur les plasmas, la fusion et l'énergie, en particulier dans l'exploitation scientifique et technique de grands équipements associés. Il s'agit de permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances fondamentales, technologiques et expérimentales solides dans le domaine de la physique des plasmas/fusion thermonucléaire.

Contenu:
Le programme se décline en deux semestres de cours et un stage de recherche. Durant le 1er semestre S3, les étudiants sont regroupés en septembre à Bordeaux (8 ECTS) et choisissent l'une des trois filières scientifiques qu'ils suivront dans le cadre de cours de tronc commun (19 ECTS): "Physique et technologie de la fusion" (PTF), "Fusion par confinement inertiel" (FCI) et "Fusion par confinement magnétique" (FCM). Le dernier semestre S4 permet aux étudiants de se rapprocher des équipes scientifiques du domaine à Bordeaux et/ou Cadarache (9 ECTS) et consiste en un stage de recherche de 6 mois (24 ECTS) dans un laboratoire académique ou industriel en Physique, suivi par la préparation et la soutenance d'un mémoire de recherche.

Compétences acquises:
Les étudiants acquièrent des compétences pluridisciplinaires qui pourront être complétées par une thèse. Cette formation leur permettra de s'intégrer dans de nombreuses équipes académiques ou privées dans un contexte international. Les compétences acquises couvrent les domaines suivants :
- Théorie cinétique des populations de particules chargées : orbites, collisions, confinement des plasmas, instabilité gyrocinétique et transport associé; - (Magnéto-) hydrodynamique : Equilibre et stabilité (magnéto-) hydrodynamique, instabilités hydrodynamiques, ablation, transport et turbulence; - Couplage onde-plasma : chauffage et génération de courant. Générateur de puissance : radiofréquence, micro-ondes, transformation des ondes et des instabilités paramétriques. Lasers de puissance. Interaction à ultra haute intensité, accélération des particules avec lasers; - Lasers de puissance : construction et gestion des grands lasers, matériaux pour les lasers, tenue au flux; - Confinement : cryogénie, supraconduction et cryomagnétisme. Sciences et technique du vide. Matériaux sous irradiation neutronique et sous haut flux thermique.; - Diagnostics et pilotage des équipements thermonucléaires; - Plasmas denses et chauds : physique atomique et équations d'état; - Fusion nucléaire : sections efficaces, critère d'allumage, dimensionnement des cibles, combustion et la production d'énergie; - Astrophysique : plasmas astrophysiques, turbulence, planètes et étoiles, objets compacts, – équations d'état, création et dynamique des structures à grande échelle; - Méthodes numériques et modélisation des processus physiques et des instruments.

Les futurs physiciens et ingénieurs seront également aptes à comprendre et concevoir les technologies associées (voir site de la spécialité pour plus de détails).

Débouchés:

Les étudiants pourront faire le choix de poursuivre en thèse en intégrant une des équipes travaillant sur les grands instruments expérimentaux (Île-de-France / Bordeaux / Cadarache) ou encore dans des laboratoires de recherche fondamentale ou appliquée. Ils pourront en outre être sollicités par des industriels, collaborant au programme, soit sur l'aspect théorique, soit sur le volet expérimental ou bien encore sur la dimension technologique.

Métiers:

Ces laboratoires académiques impliqués dans la physique ou bien la technologie des plasmas et de la fusion pourront offrir des postes de chercheurs et d'ingénieurs des grands organismes publics (CNRS, CEA, ONERA, …) ou des postes d'enseignants-chercheurs

Atouts de la formation:

Ce programme de Master s’appuie sur une fédération de formations et de compétences en lien avec la plupart des laboratoires français travaillant sur les thématiques suivantes: rayonnements X, plasmas denses et chauds, ions fortement chargés, rayonnement, énergie nucléaire, modélisation numérique, interaction matière-rayonnement, matière et matériaux sous conditions extrêmes, interaction laser-plasma, lasers de puissance, technologie et maintenance des grands instruments thermonucléaires.

Ce master bénéficie de la visibilité internationale de tels équipements (Laser mégajoule, Tore-Supra, JET, ITER...) et laboratoires qui s'inscrivent, compte-tenu des coûts de recherche sous-jacents, dans des réseaux à grande échelle.

Admission:

Admission en ligne basée sur une évaluation des relevés de notes, de la lettre de motivation et de lettres de recommandation.
Session d'hiver (dates limites: 1er mars pour le dépôt, 15 avril pour la confirmation d'acceptation).Session de printemps (dates limites: 1er mai pour le dépôt, 15 juin pour la confirmation d'acceptation).

Calendrier:

S0 (Regroupement): Septembre
S3 (Tronc commun): Octobre - Janvier
S4:
Q1 (cours): Février
Q2 (stage): Mars - Juillet

Validation:

Le diplôme est délivré par l'Ecole Polytechnique après validation finale (60 ECTS) par le jury de spécialité et obtention du niveau de langue étrangère requis.

Crédits ECTS: 60

Contacts:

Bureau Masters :
christel.cornat[at]polytechnique.fr

Site spécifique de la formation

http://www.sciences-fusion.fr/master.php?m=btn_mas