

# Formations par et pour la recherche et formations professionnalisantes

Le LPSC compte actuellement 29 enseignants-chercheurs dont 21 de l'Université Joseph Fourier et 8 à Grenoble INP. De plus, on compte en moyenne entre 5 et 10 moniteurs parmi nos doctorants et 2 à 3 ATER par an.

Les membres du laboratoire, enseignants-chercheurs, ATER et moniteurs sont très impliqués dans les formations et dans la vie universitaire. Cette implication est importante dans de nombreuses filières de l'enseignement supérieur : licence, master recherche et professionnalisant, école d'ingénieur, IUT et recouvre l'ensemble des domaines présents dans le laboratoire, depuis la formation à la recherche en physique expérimentale et théorique à la recherche appliquée et aux formations professionnalisantes.

Le laboratoire est aussi un site important d'enseignement sur le polygone scientifique avec de nombreux enseignements (au niveau Master) sur le site et la présence au sein du laboratoire de la plateforme de travaux pratiques nucléaire qui est l'unique centre de formation expérimentale en physique nucléaire sur Grenoble et sa région.

L'ensemble des thématiques scientifiques du laboratoire est représenté dans les enseignements : physique nucléaire - énergie nucléaire - physique des particules - astroparticules et cosmologie - physique médicale. Le laboratoire a notamment une place centrale dans la formation nucléaire à travers l'école d'ingénieur Phelma<sup>1</sup> et le master ITDD<sup>2</sup>.

L'intégration de ces formations au sein du LPSC permet de susciter la participation de l'ensemble du laboratoire et on peut en particulier noter la participation aux enseignements du personnel CNRS et le soutien technique du laboratoire à la plateforme de travaux pratiques.

## Master PSA

Le master PSA<sup>3</sup> entend dispenser une formation de haut niveau pour de futurs chercheurs, théoriciens ou expérimentateurs, avec de larges connaissances en physique fondamentale.

Le spectre des disciplines enseignées couvre la physique des particules élémentaires et des interactions fondamentales, la théorie quantique des champs et la mécanique quantique relativiste, la physique hadronique et nucléaire, la relativité générale et la cosmologie, les astroparticules, la physique au-delà du modèle standard, ainsi que les techniques expérimentales et les méthodes de détection associées.

À l'issue de ces enseignements, un stage de 4 mois au sein d'un laboratoire de recherche est prévu. Il constitue une part importante de la formation.

<sup>1</sup> Physique, Électronique, Matériaux

<sup>2</sup> Ingénierie, Traçabilité, Développement Durable

<sup>3</sup> Physique Subatomique et Astroparticules

Les anciens étudiants de ce master ont obtenu ces dernières années d'excellents résultats aux concours du CNRS (chargés de recherche) et des universités (maîtres de conférence).

Le programme comporte trois parcours distincts : *Particules et Univers, Noyaux et particules* et *Physique des accélérateurs*. De plus, suite à la labellisation « internationale », deux cours dans chaque filière sont donnés en anglais.

Le nombre d'étudiants est de 10 à 15 par an. Ils proviennent du M1 de physique de l'UJF, de l'école d'ingénieur Phelma, d'autres universités et écoles françaises et de formations étrangères.

### **Master EEATS spécialité NENT**

La spécialité NENT<sup>4</sup> est une des options du master EEATS<sup>5</sup> de l'UJF et Grenoble INP.

L'objectif du parcours recherche de la spécialité NENT est de former des futurs chercheurs se destinant aux domaines de la microélectronique, depuis les nano composants et nanotechnologies jusqu'à la conception de systèmes sur puces. Elle représente sur Grenoble une des spécialités les plus importantes en termes de nombre de doctorants.

Le parcours professionnel de la spécialité NENT a, lui, été créé pour répondre à une forte demande de la part des industriels de la région en conception de circuits. L'objectif de ce parcours est de former des spécialistes dans le domaine de la conception des systèmes intégrés numériques, analogiques et radiofréquence. L'architecture des systèmes, les méthodologies de conception, la conception de systèmes numériques et la conception de systèmes analogiques sont en particulier étudiés, permettant la maîtrise globale de la conception de systèmes en tirant parti des technologies les plus avancées.

Les différentes filières proposées dans la spécialité sont :

- Conception de systèmes intégrés numériques.
- Conception de systèmes intégrés RF & Télécoms.
- Physique des semiconducteurs pour la nanoélectronique et l'énergie.
- Plasma - matériaux, énergie, environnement (resp. A. Lacoste).

Une partie importante des enseignements est mutualisée entre les deux spécialités. Plusieurs permanents UJF et CNRS du laboratoire interviennent dans ces formations. Des étudiants en microélectronique, issus du master EEATS-NENT, sont régulièrement accueillis en tant que stagiaires au laboratoire. Des doctorants de la spécialité effectuent leur thèse au laboratoire.

### **Master physique médicale**

Le master 2 physique médicale forme les étudiants physiciens (école d'ingénieurs, master 1 physique fondamentale ou appliquée, etc.) au métier de Personne Spécialisée en Radio-Physique Médicale.

Le master 2 physique médicale de Grenoble est habilité pour l'accès au concours d'entrée au DQPRM<sup>6</sup>, qui permet d'exercer en milieu hospitalier après 2 années

<sup>4</sup> Nano Électronique et Nano Technologies

<sup>5</sup> Électronique Électrotechnique Automatique Traitement du Signal

<sup>6</sup> Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale

supplémentaires de formation, incluant cours théoriques et applications pratiques en service de radiothérapie, de médecine nucléaire et d'imagerie X.

Le physicien médical a pour mission principale de garantir la qualité et la sécurité dans l'utilisation médicale des rayonnements ionisants dans le traitement des cancers, mais aussi en appui au geste opératoire en chirurgie interventionnelle ou encore lors d'examens type scanner ou imagerie par émission de positrons. L'utilisation de matériel de plus en plus complexe et la précision des traitements nécessite des qualités d'adaptabilité, d'initiative, d'analyse, et aussi de modélisation.

Les étudiants ayant suivi la formation ont aussi la possibilité d'effectuer une thèse : la formation permet à la fois des débouchés dans la recherche et dans le milieu professionnel.

L'environnement grenoblois permet de bénéficier d'intervenants de l'hôpital Michalon et de chercheurs (Grenoble Institut Neurosciences, ESRF, LPSC, etc.) tous impliqués dans le traitement du cancer.

Le LPSC fait partie du directoire de la formation et assure depuis le début de la formation en 2006 les enseignements de l'interaction des rayonnements avec la matière, ainsi que la modélisation et la simulation de la propagation des photons dans la matière et des dépôts d'énergie associés.

### **École ESIPAP**

Dans le cadre du labex ENIGMASS, la nouvelle école de physique pour l'instrumentation ESIPAP<sup>7</sup> a été créée. Cette école reprend le modèle de l'école de physique et de technologie des accélérateurs de particules JUAS<sup>8</sup>, fondée en 1994, sous le patronage conjoint du CERN et de CLUSTER (réseau européen des universités technologiques). Comme JUAS, ESIPAP est basée sur le Technoparc d'Archamps en Haute-Savoie et elle est organisée dans le cadre de l'institut ESI<sup>9</sup>.

L'école va former des étudiants au niveau master et thèse dans le monde entier mais aussi des professionnels cherchant une formation continue dans l'instrumentation.

ESIPAP est organisée autour de deux modules d'un mois chacun, ces modules peuvent être préparés la même année ou séparément.

Tous les cours se termineront par une évaluation des connaissances appropriées des étudiants. En conséquence, ESIPAP délivrera des crédits ECTS<sup>10</sup> qui peuvent être reconnus dans les programmes de formation universitaires européens.

Comme JUAS, ESIPAP cherche à développer des partenariats avec des universités européennes. C'est déjà le cas avec les universités de Strasbourg, Grenoble, Savoie et Grenoble INP. Des discussions sont en cours avec d'autres organisations, en particulier avec le CERN, où des séances de laboratoire seront organisées.

La première session de ESIPAP aura lieu du 20 janvier au 15 mars 2014. Pour plus d'informations, consulter le site web [www.cern.ch/esipap](http://www.cern.ch/esipap).

<sup>7</sup> *European School of Instrumentation in Particle and Astroparticle Physics*

<sup>8</sup> *Joint Universities Accelerator School*

<sup>9</sup> *European Scientific Institute*

<sup>10</sup> *European Credits Transfert System*

### Formation continue traitements de surfaces par plasma

#### *Introduction à l'interaction particules surface*

Depuis 1986, un stage annuel de formation continue en plasma est organisé conjointement par le LPSC et l'Institut National Polytechnique de Grenoble (Grenoble INP). Il permet aux ingénieurs, doctorants, cadres, et techniciens supérieurs d'acquérir des notions de base sur :

- La production et la caractérisation des plasmas froids.
- Les mécanismes d'interaction plasma-surface.
- Les procédés de gravure et de dépôt par plasma.

Ce stage, d'une durée de 5 jours, se déroule dans les locaux de l'INP Grenoble et, depuis 2005, pour partie au LPSC (13 heures de formations pratiques). Les intervenants sont des enseignants-chercheurs, chercheurs et ingénieurs du LPSC, ainsi que des industriels (Jobin Yvon, HEF R&D, Tokyo Electron, ST Plasmas, AREVA), professeurs ou ingénieurs extérieurs spécialistes des matières dispensées.

Depuis l'origine, 292 stagiaires se sont inscrits à cette formation, avec une répartition presque égale entre industriels et universitaires. Parmi ces industriels, la part du CEA Grenoble (LETI principalement) représente le quart des effectifs formés.

Ces dernières années, la forte demande de formation venant de l'industrie s'est concrétisée par des demandes de formation spécifiques « à la carte » notamment pour les laboratoires IMEP-LAHC, CEA-LETI et les sociétés SOITEC et 40-30.

### Secteur de l'énergie et de la physique nucléaire

#### *Formation d'ingénieurs à Grenoble INP*

L'école de physique de Grenoble INP (connue maintenant sous le nom de Phelma), membre de l'ENEN<sup>11</sup>, propose actuellement un choix de dix filières de formation initiale. La filière GEN<sup>12</sup> forme 45 à 50 ingénieurs par an, spécialisés majoritairement dans la physique du cœur du réacteur (neutronique, thermohydraulique, sûreté et matériaux). Cette formation est la première de France en termes de formation initiale d'ingénieurs nucléaires. Le nombre d'ingénieurs formés est de fait limité par le potentiel enseignant et par les moyens expérimentaux en instrumentation nucléaire. En complément de cette filière, l'école Phelma gère le master 2 EP<sup>13</sup>, (co-habilité Grenoble INP-UJF) qui compte entre 20 et 30 étudiants. La filière GEN et le master EP, qui offre également un parcours de formation aux énergies renouvelables, sont tous les deux gérés par les enseignants du LPSC.

Actuellement, à ce flux de 50 élèves-ingénieurs en génie énergétique et nucléaire, viennent s'ajouter dans le cadre de l'école Phelma :

- Les étudiants du master international en métallurgie nucléaire, ouvert en collaboration avec l'université de Mac Master (Canada), EDF et le CEA.
- L'accueil d'étudiants chinois de l'université NCEPU (Pékin) au niveau « Bachelor » (5 à 20 par an depuis 2008).

<sup>11</sup> European Nuclear Education Network

<sup>12</sup> Génie Énergétique et Nucléaire

<sup>13</sup> Énergétique Physique

Par ailleurs, 25 élèves-ingénieurs sont formés au sein de la filière IEN<sup>14</sup> de l'école E3<sup>15</sup> regroupant les écoles actuelles d'hydraulique et d'électricité, plus spécialisées autour des circuits secondaires et de conversion, en thermohydraulique et contrôle-commande.

### **École d'ingénieurs du nucléaire en Chine**

En 2008, suite à une demande de l'université Sun Yat Sen de Canton, l'INP Grenoble a été missionné par le gouvernement français, pour mettre sur pied dans la province de Canton, une école du nucléaire, IFCEN<sup>16</sup> sur le modèle des grandes écoles françaises. L'enseignement, en français, a commencé par deux années généralistes, analogues à nos classes préparatoires, et se poursuit actuellement par trois années d'études pour arriver au niveau équivalent de la deuxième année de master. La demande chinoise est formatée pour un flux de sortie annuel de 150 ingénieurs. Face à une telle demande, l'INP a fédéré autour de ce projet un consortium de 5 écoles ou universités : outre l'INP, on retrouve l'école des mines de Nantes, l'école Centrale de Paris, l'INSTN<sup>17</sup>, l'école de chimie et de physique de Paris et l'école de chimie de Montpellier. Ces établissements mettent à disposition de cette école une part importante des enseignants intervenant tout au long des trois dernières années de formation. Le démarrage de la formation au niveau bac+1 est intervenu à la rentrée 2011.

### **Master ITDD**

Le master mention ITDD (<http://lpsc.in2p3.fr/MasterITDD/>) est un master professionnel qui se déroule sur deux ans et comporte trois spécialités liées à l'aval du cycle et à la sûreté nucléaire :

- Gestion Scientifique et Technologique des Déchets Radioactifs (GeDéRa).
- Assainissement, Démantèlement des Installations Nucléaires (ADIN).
- Sûreté Nucléaire (SN).

Les enseignements ont lieu à Valence, au centre Drôme-Ardèche de l'UJF.

L'effectif total pour ces trois spécialités est de 50 à 60 étudiants par an. Le master 1, ouvert en 2008, a un effectif d'environ 30 étudiants.

La caractéristique principale du master ITDD est une très forte liaison avec le milieu industriel, se traduisant par 4 à 6 mois de stage en industrie en M1, une formation en alternance en M2 (18 semaines en formation et 34 en entreprise) depuis la rentrée 2008, une forte proportion d'intervenants industriels dans la formation et différentes conventions de partenariat. Cette formation s'appuie sur le potentiel scientifique universitaire et sur les compétences de grands acteurs industriels français dans le secteur du nucléaire, de la chimie et de l'environnement industriel.

La formation proposée dans le master 1 ITDD comporte un volet important de physique nucléaire (structure nucléaire, radioactivité, réacteurs nucléaires, neutronique), de chimie (chimie du cycle du combustible, chimie des lanthanides) et de génie mécanique pour le nucléaire. Cela permet de se préparer au mieux aux spécialités de M2. L'accent est mis sur l'applicabilité des notions à des cas concrets avec une part importante d'enseignement expérimental.

*14 Ingénierie de l'Énergie Nucléaire*

*15 Eau Énergie Environnement*

*16 Institut Français de Canton pour l'Énergie Nucléaire*

*17 Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires*

L'insertion professionnelle des diplômés est excellente : la durée d'attente moyenne avant l'obtention d'un CDI dans le monde industriel est actuellement inférieure à 2 semaines. Environ 1/3 des diplômés sont recrutés par les grands donneurs d'ordre (AREVA, EDF, CEA). Les 2/3 restants sont recrutés par des sociétés d'ingénierie prestataires (ONET Technologies, Millennium, Spie Nucléaire...).

Partenariats :

- Institut national des sciences et techniques nucléaires - Commissariat à l'énergie atomique (INSTN - CEA) (Co- habilitation pour les spécialités GeDéRa & ADIN).
- EDF, Centre ingénierie déconstruction environnement.
- Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).
- Groupe AREVA NC, AREVA NP, AREVA TA, SGN, STMI, FBFC, EURODIF productions...
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).
- Autorité de sûreté nucléaire (ASN).
- Groupe ONET : ONECTRA, SOGEDEC, Techman Industrie...

### **Plateforme de physique nucléaire**

La plateforme de physique nucléaire est le centre unique de formation en physique expérimentale nucléaire sur le pôle grenoblois, elle a donc un rôle central dans l'ensemble des formations les utilisant. Cette installation est présentée dans le chapitre 9 de ce rapport.

### **Accueil de stagiaires au LPSC**

Le laboratoire accueille environ 60 stagiaires par an pour des périodes au moins supérieures à une semaine. Les étudiants viennent principalement des établissements universitaires (L2 à M2 - DUT - Élèves-ingénieurs) de l'académie mais aussi d'autres établissements universitaires français ou étrangers. Tous les stagiaires sont accueillis dans les locaux du laboratoire qui leur assure la mise à disposition de l'environnement (bureau-informatique...) leur permettant de travailler dans les meilleures conditions. Au niveau de l'UFR de physique de l'université de Grenoble, les stagiaires accueillis au LPSC constituent l'un des contingents les plus élevés comparé à ceux des autres laboratoires associés à l'UFR.

Dans certaines équipes, le nombre de stagiaires accueillis dépasse largement le nombre de permanents. La plupart des stages (environ 80%) s'échelonnent sur la période mars à juin. Les stagiaires accueillis préparent un diplôme dont l'évaluation prend en compte le travail de stage.

Notons enfin que le laboratoire accueille également chaque année une petite vingtaine de collégiens de classe de 3e qui, pour quelques jours, viennent rêver de physique subatomique, d'astroparticules et de cosmologie et peut être choisir de rejoindre demain nos services techniques ou les équipes de recherche dans ces domaines.

### **Responsabilités**

Les membres du laboratoire jouent un rôle très actif dans la vie des établissements universitaires en assurant diverses responsabilités au sein de leur composante.

Responsabilités au niveau de l'université de Grenoble :

- Vice-président du conseil d'administration de l'UJF (K. Protasov).
- Directeur de l'école doctorale de physique (J. Collot).

Responsabilités PHITEM :

- Directeur adjoint, en charge de la formation (C. Furget).
- Directeur de l'école doctorale de physique (J. Collot).
- Chargé de mission plateformes expérimentales (L. Derome).

Coordination et responsabilités des formations au niveau licence :

- Responsable licence mention physique et génie électrique (C. Furget).
- Responsable L3 mention physique (B. Clément).

Coordination et responsabilités des spécialités au niveau master et ingénieurs :

- M2R physique subatomique et astroparticules (A. Barrau).
- M2R énergétique physique (E. Merle-Lucotte).
- M1 ingénierie, traçabilité et développement durable (F. Mayet).
- M2P ingénierie, traçabilité et développement durable (E. Liatard).
- M2P conception systèmes intégrés numériques et analogiques (O. Rossetto).
- Responsable de la formation ingénieur génie énergétique et nucléaire à Phelma/ Grenoble INP (E. Merle-Lucotte).
- Responsable des stages de l'IUT mesures physiques (J.-M. De Conto).

Responsabilités formations complémentaires :

- Responsable du magistère de physique L3 à M2 (L. Derome).
- European School of Instrumentation in Particle and Astroparticle Physics (J. Collot).
- Correspondant Grenoble INP pour l' IFCEN (A. Bidaud).
- Formation continue : traitement des surfaces par plasma (S. Béchu).

Autres responsabilités :

- Responsable de la plateforme expérimentale de physique nucléaire et subatomique (L. Derome (UJF), C. Sage, E. Merle-Lucotte (Grenoble INP)).
- Responsable radioprotection auprès de la Licence (Y. Arnoud).
- Membre du directoire de la formation du master physique médicale (Y. Arnoud).