

# LICENCE SCIENCES TECHNOLOGIE SANTE

## Mention Physique

**Responsable de mention : Cécile Roucelle**  
**Responsable L3 Parcours générale de Physique : Giuliano Orso**

**Années L3**  
**2021 - 2022**

## **I. PRESENTATION GENERALE de la FORMATION**

Parcours principal de la mention, le L3 Physique s'adresse à tous les étudiants désireux d'aborder la physique sous ses aspects fondamentaux et appliqués. Constitué d'enseignements variés et ambitieux (physique quantique, optique ondulatoire, physique statistique, physique par les capteurs, traitement du signal, ...), ce parcours fonde également sa spécificité sur l'implication de chaque étudiant.e dans un stage en laboratoire ou en entreprise, et dans la réalisation de projets expérimentaux et numériques qui mettent à profit les connaissances et compétences acquises au cours de deux premières années de la licence.

L'enseignement de la 3<sup>ème</sup> année de licence repose sur trois piliers principaux :

- Acquisition de solides connaissances théoriques de la physique de base.
- Développement des compétences pratiques grâce à la large place donnée à l'expérimentation.
- Utilisation de codes numériques pour explorer les phénomènes physiques en partant de leur modélisation mathématique.

La 3<sup>ème</sup> année du parcours général de la licence Physique se caractérise également par la possibilité pour l'étudiant.e de se spécialiser au deuxième semestre afin de préparer au mieux son entrée en master. L'étudiant.e devra choisir un bloc d'enseignements lui permettant d'affiner ces compétences, soit dans l'optique d'un parcours orienté vers une approche de la physique plus théorique, soit pour un parcours privilégiant une approche plus expérimentale et appliquée.

Les connaissances et compétences acquises aux cours de cette 3<sup>ème</sup> année de licence sont liées directement aux métiers de la Physique (recherche, enseignement, ingénierie et développement technologiques), mais également à beaucoup d'autres métiers. La formation en physique permet en effet de développer des capacités de travail, de raisonnement et d'organisation, essentiels dans de nombreux domaines. A l'issue de cette 3<sup>ème</sup> année, les étudiant.e.s poursuivront leurs études au sein de **masters professionnels** (Ingénierie Physique des Energies, Physique Acoustique, métiers de l'enseignement..) ou de **masters Recherche** (Nanosciences, Astrophysique, Physique Quantique, Physique Nucléaire, etc.), ou bien en **école d'ingénieurs** via les concours d'admission universitaires.

## **II. ORGANISATION des ETUDES**

Les études sont organisées sur deux semestres, **S5** et **S6**. Chaque semestre est organisé en **Unités d'Enseignement** (UE). Chaque UE contient un ou plusieurs enseignements, appelés **Éléments Constitutifs d'Unités d'Enseignement** (ECUE). A chaque UE et ECUE correspond un certain nombre de **crédits** (ECTS pour « *European Credit Transfer System* »). Ce principe de crédits facilite la mobilité européenne des étudiants, dans le cadre d'accords négociés avec certaines Universités.

**Un semestre correspond à 30 crédits.** Les 30 ECTS correspondent à un nombre d'heures de présence en enseignement qui varie de 25 à 30 heures par semaine, auxquelles il faut rajouter autant d'heures de travail personnel. Le temps de travail universitaire d'un étudiant varie donc entre 50 et 60 heures par semaine. Un semestre dure de 12 à 13 semaines. Les enseignements ont lieu sur le Campus Paris Rive Gauche de l'Université de Paris.

Les semestres sont organisés par bloc d'enseignement, avec des règles de compensation spécifiques :

- Bloc 1 : Bloc de connaissances et de compétences ;
- Bloc 2 : Bloc de savoirs transverses.

### III. PROGRAMME

Le contenu pédagogique précis des différentes UEs de la troisième année de la licence de physique est présenté à la fin du document (page 7).

La troisième année de licence du parcours général peut être associée au **Magistère de Physique** de l'Université de Paris dont l'accès est sélectif après la 2<sup>ème</sup> année de licence.

#### Semestre 5

Descriptif de l'enseignement	ECTS
<b>Bloc 1</b>	
Physique quantique 1	6
Mathématiques 5	6
Optique ondulatoire et électromagnétisme dans les milieux	6
Projet de Physique Expérimentale / Physique Numérique	6
<b>Bloc 2</b>	
Anglais	3
UE libre	3

Le semestre 5 du parcours général de la Licence de physique porte sur l'enseignement de la physique des ondes de lumière (optique ondulatoire) et de matière (physique quantique), ainsi que des outils mathématiques nécessaires à leur description. Ces enseignements généraux sont accompagnés d'une UE sous forme de projet en physique expérimentale ou numérique (selon le semestre), où l'étudiant vit une expérience de recherche complète (bibliographie, montage ou écriture d'un code numérique, pris de données, rédaction d'un rapport écrit et soutenance orale). Les matières disciplinaires sont complétées par des **enseignements transverses** (anglais, enseignement libre). L'UFR de Physique propose 4 UEs libres concernant l'astrophysique, les systèmes spatiaux, les nanosciences et les interactions entre physique et société.

#### Semestre 6

Descriptif de l'enseignement	ECTS
<b>Bloc 1</b>	
Projet de Physique Expérimentale / Physique Numérique	6
Mécanique des fluides	4
Bloc parcours	12
<b>Bloc 2</b>	
2 UEs optionnelles	5
Stage	3

Le semestre 6 du parcours général de la licence de physique contient seulement deux enseignements obligatoires (mécanique de fluides et le projet expérimental ou numérique). L'étudiant a ici l'opportunité de personnaliser sa formation, à partir du choix du **bloc parcours** (approche théorique ou expérimentale). Le bloc Approche théorique porte sur des enseignements exclusivement théoriques, tandis que le bloc Approche expérimental privilégie l'apprentissage par l'expérience, en donnant une large place aux Travaux Pratiques.

Bloc parcours : Approche théorique	ECTS	Bloc parcours : Approche expérimental	ECTS
Physique quantique 2	4	Traitement du signal	4
Physique statistique	5	Physique par les capteurs	4
Mécanique analytique	3	Physique expérimentale avancée	4

Les matières disciplinaires du semestre 6 sont complétées par des enseignements transverses, conçus pour faciliter l'orientation de l'étudiant dans l'offre en Master. Les **UEs optionnelles** offrent une introduction aux différentes thématiques de recherche propres à chaque parcours en Master. Le semestre se conclut par un stage

UEs optionnelles	ECTS
Introduction à l'astrophysique générale	2,5
Physique des particules	2,5
Intro. à la Physique de la matière condensée	2,5
Physique macroscopique et des milieux continus	2,5
Relativité restreinte	2,5

#### IV. EXAMENS et REGLES de VALIDATION

Pour chaque UE, les modalités de contrôle des connaissances (MCC), seront communiquées aux étudiants en début de chaque semestre (modalités d'évaluation, calcul de la moyenne, gestion des absences, ...). Ces modalités sont régies par l'arrêté 2018 n°891 du 23/10/18 voté par le CFVU de l'université et disponible sur le site web de l'établissement.

#### Validation des Semestres, des UE et des ECUE

En règle générale, les UEs ou ECUEs sont évaluées sous la forme d'un **contrôle continu**, regroupant épreuves de formes variées réparties sur l'ensemble du semestre (écrit/oral, théorique, expérimentale, numérique, ...), combinés ou non à une **épreuve terminale** organisée en fin de semestre et évaluant l'acquisition de l'ensemble du contenu pédagogique de l'enseignement<sup>1</sup>. La note finale de l'UE ou de l'ECUE s'obtient par la moyenne pondérée de ces différentes évaluations. **Dès qu'une ECUE ou une UE a une moyenne  $\geq 10$ , elle est définitivement validée et capitalisée.**

<sup>1</sup> Certains étudiants peuvent bénéficier d'un aménagement d'études et être dispensés de contrôle continu (salariés, sportifs et artistes de haut niveau, ...). La demande doit être faite auprès du secrétariat pédagogique au plus tard un mois après le début de chaque semestre.

**Deux sessions d'examen** sont organisées au terme de chacun des semestres : **la première et la seconde session, dite de seconde chance**. Cette seconde chance est un droit pour les étudiants. Il n'est pas nécessaire d'avoir passé la première session. La plupart des UEs est concernée par cette seconde chance, mais certains enseignements peuvent toutefois faire l'objet d'une seule et unique session, comme ceux de type projet, de préprofessionnalisation ou les travaux pratiques. Les premières sessions ont lieu en décembre/janvier pour les semestres 1, 3 et 5 et en mai/juin pour les semestres 2, 4 et 6. Les sessions de seconde chance ont lieu fin juin pour tous les semestres.

A l'intérieur d'un semestre, chaque UE a un coefficient (chaque ECUE à l'intérieur des UE en possède également un). Ces coefficients sont généralement représentatifs du poids ECTS des UE/ECUE. Ils permettent de calculer une note pour chaque semestre, par moyenne pondérée, **à condition que les règles de compensation soient respectées** (voir plus bas). **Dès qu'un semestre a une moyenne  $\geq 10$ , il est validé et capitalisé.**

### Règles de compensation

- **Les UEs du bloc 1 se compensent entre elles, si la note plancher de 8 est atteinte pour toutes les UEs qui le composent.** Si une note est strictement inférieure à 8, il n'y a pas de calcul de la moyenne du bloc et donc aucune compensation possible : le semestre correspondant ne peut pas être validé. Si la moyenne des UEs du bloc 1 est  $\geq 10$  et que la note plancher de 8 est atteinte pour toutes les UEs qui le composent, alors l'ensemble des UEs du bloc est aussi validé par compensation.
- **Les UEs du bloc 2 se compensent automatiquement.** Si la moyenne des UEs du bloc 2 est  $\geq 10$ , alors l'ensemble des UE du bloc est aussi validé par compensation.
- Un.e étudiant.e peut **renoncer à la compensation automatique entre UE/ECUE** d'un même bloc par demande écrite au jury, avant sa tenue.
- **La validation du bloc 1 est obligatoire (moyenne  $\geq 10$ ) pour autoriser la compensation avec le bloc 2**
- **Les deux semestres d'une même année universitaire (S1 et S2, S3 et S4, S5 et S6) sont compensables automatiquement,** et dès que la moyenne à l'année est  $\geq 10$ , l'année est validée. Un semestre dont la note est inférieure à 10 est validé par compensation, et donc toutes les UEs qui le composent sont aussi validées par compensation.
- Un.e étudiant.e qui n'a pas validé un bloc **doit repasser tous les UE/ECUE non validés** de ce bloc (note  $\leq 10$ ).
- Les notes de seconde session remplacent celles de la première session.
- Une absence injustifiée à un examen, en session 1 comme en session 2, équivaut à **une défaillance : il n'y a pas de calcul de la moyenne du semestre, et donc aucune compensation possible.** Les justificatifs d'absence sont à fournir au secrétariat pédagogique dans les 8 jours qui suivent la tenue de l'épreuve.

### Redoublement

- **Le triplement est interdit.** Un.e étudiant.e ne peut pas s'inscrire trois fois dans la même mention de Licence à l'Université. Tout demande de dérogation à cette règle devra être justifiée par écrit auprès de la commission d'admission et d'orientation de la Licence.

- **Un.e étudiant.e ne peut s'inscrire plus de 5 fois dans la même mention de Licence.** Tout demande de dérogation à cette règle devra être justifiée par écrit auprès de la commission d'admission et d'orientation de la Licence.

## V. ENVIRONNEMENT de TRAVAIL

La licence de Physique de l'Université de Paris offre aux étudiant.e.s un environnement humain et matériel très favorable à l'apprentissage afin de les accompagner dans leur réussite universitaire et leur épanouissement personnel :

- Contact personnalisé avec les enseignants
- Association étudiante Phis7, qui participe à l'animation de la vie étudiante dans tous les parcours de la licence de Physique <https://vie-associative.univ-paris-diderot.fr/associations-etudiante/phisis7>
- CROUS (bourse, logement, restauration, ...)
- Bureau des relations internationales (BRI) pour tout projet de mobilité internationale <https://international.univ-paris-diderot.fr>
- Relais Handicap Diderot qui met en œuvre les aménagements permettant aux étudiants en situation de handicap de suivre leurs études et de participer à la vie étudiante dans les meilleures conditions <https://universite.univ-paris-diderot.fr/structures/le-relais-handicap>
- Bibliothèque universitaire <https://bibliotheque.univ-paris-diderot.fr>
- Environnement numérique de travail (moodle) <https://moodlesupd.script.univ-paris-diderot.fr>
- Service commun de ressources informatiques pédagogiques et technologiques (SCRIPT, plateau informatique en libre accès, logiciel, espace de stockage, mail, ...) <https://script.univ-paris-diderot.fr/le-script-la-technologie-au-coeur-de-luniversite>
- Centre de ressource en Langues (CRL, logiciel et outils informatiques en libre-service pour l'apprentissage ou le renforcement des langues)
- FabLab <https://script.univ-paris-diderot.fr/bienvenue-au-fablab-paris-diderot>
- Activités sportives et culturelles <https://sport.univ-paris-diderot.fr> et <https://culture.univ-paris-diderot.fr/accueil-service-culture>

## VI. UE LIBRES

Au cours des trois années de licence, les étudiants doivent obligatoirement valider deux UE libres, créditées chacune de 3 ECTS. Il s'agit d'UEs pouvant être prises en-dehors de l'enseignement disciplinaire. Elles sont à prendre au choix parmi un ensemble d'UEs proposées par les différentes composantes de l'Université.

Il y a principalement 3 catégories d'UEs libres qui peuvent être choisies : une UE de sport, une UE scientifique ou littéraire extra disciplinaire, et l'UE « Engagement étudiant » (voir ci-dessous). Les deux premières catégories sont validées suivant les règles habituelles, alors que l'UE « Engagement étudiant » n'est validée que par un résultat (pas de note). La principale contrainte pour le choix d'une UE libre est la contrainte d'emploi du temps, excepté pour l'engagement étudiant qui ne comporte pas d'horaire imposé.

### UE engagement étudiant

*Pourquoi choisir cette UE ?*

S'engager, c'est contribuer à construire la société dans laquelle nous souhaitons vivre, dans un esprit d'ouverture, de solidarité, de responsabilité ; c'est participer à la vie de l'université comme à la vie de la cité. C'est aussi acquérir des compétences figurant sur le diplôme et validées par l'attribution de 3 crédits ECTS (aucune note ne sera attribuée).

#### *Comment choisir cette UE ?*

Votre engagement devra être **citoyen et/ou solidaire, bénévole et laïque**. Il est encadré par 3 acteurs : le bureau de la vie étudiante (BVE), l'association et l'enseignant-chercheur référent de votre UFR. Le BVE dispose d'une liste de contacts et des associations sont présentes lors de la JAVA et lors des cafés de l'engagement en début de semestre dans le Hall de la bibliothèque.

L'engagement choisi peut couvrir une année universitaire, mais est validé au titre d'un semestre et une seule fois par diplôme. Il reconnaît un engagement déjà existant (par exemple une responsabilité dans une association étudiante sur le campus ou un investissement dans une association sportive de votre ville), ou permet d'effectuer une première expérience dans une association (par exemple dans le domaine de l'action solidaire, l'aide aux devoirs, la participation à un projet culturel), ou dans certains services de l'université (par exemple le Relais Handicap). Sont exclus de la reconnaissance de l'engagement étudiant : les actions rémunérées, la simple participation aux activités proposées par une association, les stages faisant partie du cursus.

#### *Comment s'inscrire et valider cette UE ?*

- 0) Compléter la charte d'engagement et la signer
- 1) Compléter la fiche projet
- 2) Remettre à la structure d'accueil la fiche permettant d'identifier les compétences liées à l'activité
- 3) Faire signer la charte par le responsable de la structure d'accueil et l'enseignant-chercheur référent
- 4) Remettre le dossier au BVE pour validation

L'association transmet au BVE un bilan à mi-parcours et l'issue de votre engagement ; elle fait un point sur la progression de vos acquis et compétences sur le terrain. Les documents sont transmis à votre référent. En avril il sera demandé aux étudiants du premier semestre ainsi que du second semestre de participer à des ateliers obligatoires d'échanges et de restitution d'expérience animés par des représentants du monde associatif et par le Ministère de la ville, de la jeunesse et des sports.

A l'issue de votre engagement, vous devez remettre au secrétariat pédagogique de votre composante et à l'association un rapport de synthèse de 5 pages minimum, qui devra décrire votre action, la stratégie adoptée et les difficultés rencontrées, faire valoir les compétences développées. Une soutenance orale pourra être organisée par l'enseignant référent.

**Il est vivement conseillé d'anticiper en prenant contact avec les associations dès septembre.**

Horaires d'ouverture du BVE : de 9h30 à 16h30 sauf le vendredi après-midi

Bureau de la Vie Étudiante – Bâtiment des Grands Moulins - RDC Hall A - [bve@univ-paris-diderot.fr](mailto:bve@univ-paris-diderot.fr)

# **Descriptif des enseignements**

Troisième année du parcours général  
de la licence de Physique

# SEMESTRE 5

Descriptif de l'enseignement	ECTS
Physique quantique 1	6
Mathématiques 5	6
Optique ondulatoire et électromagnétisme dans les milieux	6
Projet de Physique Expérimentale / Physique Numérique	6
Anglais	3
UE libre	3



<b>Intitulé UE</b>	Physique quantique I
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>E. Boulat</b>
<b>Volume horaire</b>	Cours (36h) : 2x1h30/semaine    TD (24h) : 2h/semaine
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	Algèbre linéaire, mécanique classique
<b>Programme</b>	Motivations Expérience de Stern Gerlach, systèmes à deux niveaux Postulats : états, kets, opérateurs, mesure, bases, fonction d'onde et son interprétation Dynamique : équation de Schrödinger Problèmes unidimensionnels : marches et puits de potentiel, effet tunnel Oscillateur harmonique Moment cinétique
<b>Acquis attendus</b>	Cette UE constitue une première introduction à la mécanique quantique, qui permettra d'acquérir les concepts fondamentaux de la mécanique quantique et de les mettre en pratique sur des exemples simples.
<b>Organisation pédagogique</b>	cours/TD
<b>Ouvrages de référence</b>	J.J. Sakurai, J. Napolitano, « Modern Quantum Mechanics » J. L. Basdevant, « Introduction à la physique quantique »
<b>Modalité d'évaluation</b>	Partiel + Examen final Note finale = MAX(examen , (2*examen+partiel)/3)

<b>Intitulé UE</b>	Mathématiques 5
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Ken Sekimoto
<b>Volume horaire</b>	Cours (24h) : 2h/semaine      TD (36h) : 2x1h30/semaine
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	Cours de maths et méthodologie du L1+L2
<b>Programme</b>	<p>1) Suites, fonctions, suites de fonctions : convergence simple, uniforme, normale</p> <p>2) Fonctions d'une variable complexe : fonctions standards, trigonométriques, hyperboliques, logarithme. Dérivabilité et formule de Cauchy-Riemann. Séries de Taylor et Laurent. Théoreme de Cauchy et calcul des résidus. Evaluation d'intégrales dans le plan complexe.</p> <p>3) Transformations de fourier. Transformations d'une dérivée, et sinus et cosinus, introduction aux distributions : fonction delta et fonction theta, et leur transformée de fourier. Convolutions</p> <p>4) Equations différentielles partielles linéaires, incluant Laplace, helmholtz, schroedinger. En coordonnées cartésiennes et polaires. Solutions séparables</p> <p>5) Transformations de vecteurs. Notation de sommation. Le delta de Kroneker, symbole de Levi-Civita.</p> <p>6) Statistiques+probabilité</p>
<b>Acquis attendus</b>	L'étudiant(e) aura acquis des outils et compétences mathématiques nécessaires pour se diriger vers un M1 et puis M2 en Physique. Il/elle pourra calculer des intégrales dans le plan complexe ; des transformations de Fourier ; résoudre des Equations différentielles partielles linéaires etc
<b>Organisation pédagogique</b>	cours/TD
<b>Ouvrages de référence</b>	
<b>Modalité d'évaluation</b>	Partiel et Examen. Pas de contrôle continu.

<b>Intitulé UE</b>	Optique ondulatoire et électromagnétisme dans les milieux
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Sara Ducci</b> Florent Baboux, Frédérick Bernardot, Julien Browaeys, un missionnaire
<b>Volume horaire</b>	Cours : 36h TD: 24h TP: 9h
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	S1 : UE : Optique géométrique UE : Mathématiques 1 Interaction Maths-Physique S2 : UE : Mathématiques 2 Méthodologie et outils mathématiques pour la physique S3 : UE Électromagnétisme en régime quasi-stationnaire S4 : UE : Ondes et vibrations
<b>Programme</b>	<p>PARTIE 1 : Électromagnétisme dans les milieux</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Équations de Maxwell : polarisation, aimantation, prise en compte des charges et des courants totaux, relations constitutives.</li> <li>2. Lumière polarisée : production et analyse, biréfringence, manipulation (on utilisera le formalisme de Jones et la sphère de Poincaré), ouverture vers la physique quantique.</li> <li>3. Modèle de Drude-Lorentz : définition et application dans le cas des milieux diélectriques, (à partir de 2020-21 aussi des conducteurs, plasmas (permittivité, susceptibilité, dissipation, régimes limites et relation de dispersion)).</li> <li>4. Réflexion et transmission à l'interface entre deux diélectriques : coefficients de réflexion et transmission.</li> </ol> <p>PARTIE 2 : Optique ondulatoire</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Interférences : conditions pour observer l'interférence, dispositifs interférentiels par division de front d'onde (trous d'Young, réseaux), par division d'amplitude (Michelson, Fabry-Perot).</li> <li>6. Diffraction : principe de Huygens-Fresnel, diffraction de Fraunhofer, diffraction de Fresnel.</li> <li>7. Optique de Fourier : rappels sur la transformée de Fourier, calcul de figures de diffraction, filtrage de fréquences spatiales.</li> </ol>
<b>Acquis attendus</b>	<p>Savoir exprimer les grandeurs pertinentes décrivant le comportement des milieux soumis à une onde électromagnétique.</p> <p>Savoir expliquer les différents comportements des milieux en utilisant le modèle de Drude-Lorentz.</p> <p>Savoir exprimer et manipuler la polarisation de la lumière en utilisant le formalisme de Jones.</p> <p>Connaître les conditions pour observer des interférences de la lumière et savoir expliquer le fonctionnement de divers dispositifs expérimentaux (division de front d'onde, division d'amplitude, ondes multiples)</p>

	<p>Connaître la théorie de la diffraction et l'optique de Fourier (avec application au filtrage spatial)</p> <p>Outils mathématiques : algèbre linéaire des matrices (matrices de transfert entre deux milieux, polarisation, interférences à ondes multiples..) ; transformée de Fourier (diffraction de Fraunhofer)</p> <p>Compétences expérimentales : Analyse et manipulation de la polarisation, dispositifs d'interférence, dispositifs de diffraction.</p>
<b>Organisation pédagogique</b>	<p>24 séances de cours magistraux (1,5h)</p> <p>12 séances de travaux dirigés (2h)</p> <p>3 séances de TP (3h) – travail en binôme ou trinôme.</p>
<b>Ouvrages de référence</b>	<p>R. Taillet 'Optique physique', de Boeck</p> <p>E. Hecht 'Optics', Addison Wesley</p> <p>F. Bernardot 'Introduction à l'optique électromagnétique' Lavoisier</p> <p>G. Reibmann et G. Rousset 'Poly d'optique ondulatoire'</p>
<b>Modalité d'évaluation</b>	<p><b>Session principale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Épreuve 1 : durée 1h30, portant sur le programme de la première partie du cours, réalisée avant les vacances de la Toussaint (50% de la note finale)</li> <li>– Épreuve 2 : durée 1h30 portant sur la deuxième moitié du programme, au mois de janvier (50% de la note finale)</li> <li>– Connaissances de TP: évaluées comme question écrite dans l'épreuve 2</li> </ul> <p><b>Session de 2<sup>nd</sup>e chance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Épreuve de 3h divisée en deux parties distinctes de 1h30 : les étudiants repassent uniquement la partie de programme non validée</li> </ul>

<b>Intitulé UE</b>	Physique numérique
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>C. Deroulers-G. Orso</b> Olivier Cardoso, Paolo Galatola, Jacques Le Bourlot, Yann Rasera
<b>Volume horaire</b>	Cours : 12h TP: 48h
<b>Semestre</b>	5-6
<b>Pré-requis</b>	Algorithmique et programmation (L2S4)
<b>Programme</b>	Méthodes numériques : approfondissements sur la résolution d'équa. diff. ordinaires, sur les méthodes Monte Carlo, introduction au traitement du signal, transformée de Fourier/FFT, notions de filtrage et d'analyse d'images, résolution de systèmes linéaires, optimisation, diagonalisation d'une matrice, résolution de l'équation de Laplace, introduction aux EDP et aux éléments finis Applications en mécanique du point, optique géométrique, électrocinétique, électromagnétisme, ondes, mécanique quantique
<b>Acquis attendus</b>	Comprendre le principe de et mettre en œuvre, en utilisant le langage Python, diverses méthodes numériques (préprogrammées dans des bibliothèques) dans un contexte de physique, guidé par un énoncé. Construire une simulation numérique pour répondre à une question de physique, de façon autonome. Documenter un projet au jour le jour (sur un wiki par ex.). Restituer un travail long dans un rapport et une soutenance orale.
<b>Organisation pédagogique</b>	6 blocs de 2h de cours et 4h de TP d'application (1 encadrant) 24h de projet en monôme, en séances de 4h (2 encadrants)
<b>Modalité d'évaluation</b>	Questions de cours (8%) Examen de TP (40%) Projet 52 % (dont documentation au fur et à mesure 25 %, rapport 25 %, soutenance 50%)

<b>Intitulé UE</b>	Physique expérimentale
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>B Andreotti-D Zanchi</b>
<b>Volume horaire</b>	TP : 48h
<b>Semestre</b>	5-6
<b>Programme</b>	L'enseignement consiste en un encadrement de projets expérimentaux sur des sujets parfois ouverts, souvent issus de la littérature scientifique, avec une seule contrainte : pouvoir monter l'expérience. Il y a 13 fois 2 séances de 4h.

<b>Intitulé UE</b>	<b>Physique et Société (UE libre)</b>
<b>Crédits ECTS</b>	3
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Guillaume Blanc</b>
<b>Volume horaire</b>	Cours-TD : 1,5 h x 13 séances
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	Notions en thermodynamique, physique du rayonnement, physique nucléaire, ondes électromagnétiques.
<b>Programme</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Méthode scientifique : qu'est-ce que la science, comment elle se construit, la méthode scientifique, sciences et croyances (notions de zététique), Internet et la diffusion du savoir, notion de danger et de risque (principe de précaution)</li> <li>2) Nucléaire et radioactivité : introduction à la radioactivité, interaction des rayonnements avec la matière, notions de radioprotection, applications des rayonnements radioactifs, fonctionnement d'une centrale nucléaire</li> <li>3) Réchauffement climatique : principes physiques du climat, l'effet de serre, les gaz à effet de serre, les observations du réchauffement climatique, liens avec la société</li> <li>4) Ondes électromagnétiques et santé : rappels de physique des ondes électromagnétiques, antennes (émissions d'ondes), interaction des ondes EM avec la matière, électrosensibilité, four à micro-ondes.</li> </ol>
<b>Acquis attendus</b>	Connaissances liés aux thématiques ci-dessus avec quelques outils de recherche documentaire (utilisation d'Internet) et outils d'affûtage de l'esprit critique (biais cognitifs, science et médias) pour se faire une idée (si possible) objective sur ces débats de société.
<b>Organisation pédagogique</b>	L'enseignement se fait sous forme de classe inversée : un polycopié est distribué aux étudiants lors du premier cours ; les chapitres correspondant à chaque cours doivent être étudiés au préalable. Les séances sont dédiées aux discussions, exercices, et TP sur ordinateur (1 séance). Une séance est dédiée à la formation à la recherche documentaire à la BU.
<b>Ouvrages de référence</b>	Polycopié « physique et société », disponible sur demande.
<b>Modalité d'évaluation</b>	Contrôle continu : 4 courts QCM sur les 4 parties (50 % de la note), un travail bibliographique en petit groupe (avec rapport et soutenance orale, 50 % de la note).

<b>Intitulé UE</b>	Observations en Astronomie et Planétologie (UE libre)
<b>Crédits ECTS</b>	3
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Stéphane Corbel
<b>Volume horaire</b>	Cours-TD : 1,5 h x 13 séances
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	Cours de physique, optique et de calcul de base
<b>Programme</b>	La première partie du cours sera dédiée aux observations en astronomie, avec la description d'abord des points forts dans l'histoire de l'astronomie et de l'exploration spatiale, puis on approfondira les lois physiques sur le rayonnement électromagnétique, sur la photométrie et la spectroscopie, avant de présenter les différents outils d'observations en astronomie depuis le sol et l'espace. La deuxième partie du cours sera consacré à la planétologie : présentation des modèles de formation du système solaire, techniques d'observations des corps du système solaire et des exoplanètes, photométrie planétaire. Le cours se terminera avec un voyage dans le système solaire à la découverte des principales propriétés physiques des planètes telluriques et géantes, et des petits corps (astéroïdes, comètes et transneptuniens) sur la base des résultats des missions spatiales passées et en cours, et de l'observation depuis le sol.
<b>Acquis attendus</b>	connaissance de base solide sur les observations en astronomie et sur la planétologie.
<b>Organisation pédagogique</b>	L'enseignement se fera sous forme de cours et TD, ces derniers en interaction avec les étudiants (exercices faites en petits groupes d'étudiants et présentés au tableau)
<b>Ouvrages de référence</b>	Des photocopies seront fournies par l'enseignante.  Ouvrage de référence : Le Système Solaire, Encrenaz, Bibring, Blanc, Barucci, Roques et Zarka, CNRS Editions.
<b>Modalité d'évaluation</b>	3-4 vérifications en contrôle continu sur le contenu du cours plus un rapport pour l'examen final sur un sujet de la planétologie à rédiger en binôme.



<b>Intitulé UE</b>	Nanosciences et Nanotechnologies (UE libre)
<b>Crédits ECTS</b>	3
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Philippe Lafarge
<b>Volume horaire</b>	Cours-TD : 1,5 h x 13 séances
<b>Semestre</b>	5
<b>Pré-requis</b>	Notions en mécanique quantique ; physique du transport.
<b>Programme</b>	Cette UE mettra l'accent sur les processus physiques se produisant dans la matière à l'échelle nanométrique. Son observation et l'évolution du transport seront abordées ainsi que les applications nanotechnologiques, par le biais de matériaux emblématiques tels que les nanotubes de carbone. Une extension brève sera faite vers la science colloïdale.
<b>Acquis attendus</b>	Maitrise des outils théoriques et connaissance des moyens expérimentaux de la physique à l'échelle nanométrique.
<b>Organisation pédagogique</b>	Forme de l'enseignement : cours et discussions d'articles scientifiques dans le domaine des nanotechnologies. Eventuellement, visite de laboratoire (1 séance).
<b>Ouvrages de référence</b>	- Introduction to mesoscopic physics, Y. Imry, Oxford (2002) - Quantum Transport, Y.V. Nazarov and Y.M. Blanter, Cambridge University Press (2009).
<b>Modalité d'évaluation</b>	Présentation orale d'un article + CC à mi-parcours + CC final.

# SEMESTRE 6

Descriptif de l'enseignement	ECTS
Projet de Physique Expérimentale / Physique Numérique	6
Mécanique des fluides	4
Bloc parcours au choix : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approche théorique</li> <li>• Approche expérimentale</li> </ul>	12
2 UEs optionnelles au choix : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction à l'astrophysique générale</li> <li>• Physique des particules</li> <li>• Introduction à la Physique de la matière condensée</li> <li>• Physique macroscopique et des milieux continus</li> <li>• Relativité restreinte</li> </ul>	5
Stage	3

Bloc parcours : Approche théorique	ECTS	Bloc parcours : Approche expérimental	ECTS
Physique quantique 2	4	Traitement du signal	4
Physique statistique	5	Physique par les capteurs	4
Mécanique analytique	3	Physique expérimentale avancée	4

<b>Intitulé UE</b>	Mécanique des fluides
<b>Crédits ECTS</b>	4
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Olivier Ronsin</b>
<b>Volume horaire</b>	Cours (18h) : 1.5h/semaine TD (15h) : 10 séances de 1h30 TP (9h) : 3 séances de 3h
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Physique S2 (mécanique des systèmes de points matériels) Ondes et vibrations S4 (équation d'onde, relation de dispersion...)
<b>Programme</b>	<p>1- Milieu continu, fluide  2- Contraintes, pression, viscosité  3- Hydrostatique : équilibre local, loi de Pascal, interfaces  4- Tension superficielle : loi de Laplace, longueur capillaire, loi de Jurin, mouillage  5- Cinématique : champ des vitesses et des accélérations, déformation, vorticité, écoulements stationnaires, écoulements irrotationnels.  6- Bilans : conservation de la masse, bilan de volume, bilan de quantité de mouvement (nombre de Reynolds, équation d'Euler, équation du son), conservation de l'énergie (Bernoulli)  7- écoulement potentiels : �coulements élémentaires, écoulements combinés, ondes de surface.</p> <p>Travaux pratique : Hydrostatique et capillarité – Bernoulli – Ondes de surface</p>
<b>Acquis attendus</b>	<p>Savoir appliquer les équations de l'hydrostatique dans un fluide et à l'interface entre deux fluides ou entre un solide et un fluide.  Maîtriser les bilans de masse, volume, quantité de mouvement et énergie et leurs applications dans les écoulements simples.  Connaître les bases des écoulements potentiels.</p>
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours + TD + TP
<b>Ouvrages de référence</b>	Physique (Hecht – de Boeck); Hydrodynamique physique (Guyon, Hulin, Petit – EDP Sciences); Gouttes, bulles, perles et ondes (de Gennes, Brochard-Wyart, Quéré – Belin).
<b>Modalité d'évaluation</b>	<p>Contrôle des connaissances avec examen terminal : TP 30%– Partiel 30% – Examen terminal 40%  Seconde chance : TP 30% – Examen 70%</p>

<b>Intitulé UE</b>	Physique quantique 2
<b>Crédits ECTS</b>	4
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Etienne Parizot</b> , Andrii Neromov, Pascal David
<b>Volume horaire</b>	Cours (24h) : 2h/semaine    TD (18h) : 1h30/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Compréhension des principes et connaissance du formalisme de la Physique quantique, tels que présentés au semestre S5, dans le module « Physique quantique 1 »
<b>Programme</b>	Retour sur la notion de qubit. Intrication. Paradoxe EPR et inégalités de Bell. Information quantique et ordinateurs quantiques.
<b>Acquis attendus</b>	Compréhension de l'intrication et de ses implications. Compréhension de la notion d'information quantique et de ses enjeux.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours et TD (+ supports vidéos)
<b>Ouvrages de référence</b>	
<b>Modalité d'évaluation</b>	Partiel et examen final

<b>Intitulé UE</b>	Physique Statistique
<b>Crédits ECTS</b>	5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Eric Huguet</b> , Marc Durand, Pascal David
<b>Volume horaire</b>	Cours (24h) : 2h/semaine TD (24h) : 2h/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Notions de Thermodynamique : Principes, Temperature, Entropie, Travail, Energie, et, dans une moindre mesure les potentiels (Energie Libre, Fonction de Gibbs,...) . Notions de Physique quantique~: Concepts de bases de la mecanique quantique (les postulats et les grandeurs associees,niveau d'energie, spin),
<b>Programme</b>	1) (2 CM) Objet et outils de la physique statistique-2 CM Intro: Phystat vs Thermo, microscopique vs macroscopique. Nécessité de l'approche proba stat, ordres de grandeurs. Notions de probabilités utilisées en physique statistique (moyenne d'ensemble, écart type, variable aléatoire, fonction de répartition, loi des grands nombres théorème central-limite). Entropie statistique (de Shannon). Lien avec la Thermodynamique : déductible d'un principe unique qui décrit les caractéristiques de l'entropie 2) (2 CM) Description d'un système physique macroscopique a l'équilibre -Notion d'état microscopique, principe ergodique ensemble de Gibbs. -Densité d'état, sommation sur les énergies -Exemples~ : une part dans une boîte macro, N part indépendantes dans une boîte macro, Gaz Parfait (GP), approximation de Maxwell-Boltzmann. 3) (2 CM) Ensemble microcanonique (Energie fixee, nombre d'états accessibles, grandeurs microcanoniques, limite thermodynamique) 4) (2 CM) Ensemble canonique (Température fixée, fonction de partition, grandeurs canoniques, limite thermodynamique) 5) (2 CM) Ensemble grand-canonique (Température et Potentiel chimique fixés, grande-fonction de partition, grandeurs grand-canoniques, limite thermodynamique) 6) (2 CM) Optionnel (en fonction de l'avancement du cours) ~ : Système de particules identiques (bosons, fermions, justification de l'approximation de Maxwell-Boltzmann).
<b>Acquis attendus</b>	Corpus de connaissances du Cours. Connaissance des exemples d'applications standards~ : gaz parfait classique, moment magnetique et spin (gaz, reseau), adsorption, etc.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours et TD classiques, utilisation de l'ENT pour les sujets d'exercices, corrigés, etc.

<b>Ouvrages de référence</b>	Diu B., Lederer D., Gutmann C., Roulet B. << Physique statistique >>, Hermann Eds. Reif F., "Fundamentals of Statistical and Thermal Physics", Waveland Press Eds.
<b>Modalité d'évaluation</b>	Partiel Examen

<b>Intitulé UE</b>	Mécanique Analytique
<b>Crédits ECTS</b>	3
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Christophe Coste</b> (cours + 1 TD), Pascal David (2 TD)
<b>Volume horaire</b>	Cours 12 x 1h30/semaine    TD 12 x 1h30/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Mécanique du point : cinématique, lois de Newton, énergie cinétique, énergie potentielle.
<b>Programme</b>	Calcul variationnel / Calcul variationnel sous contrainte / Lois de conservations / Formalisme Hamiltonien / Oscillateurs couplés / Chaîne d'oscillateurs et limite continue.
<b>Acquis attendus</b>	Introduction aux méthodes variationnelles dans des contextes divers. Lien entre lois de conservation et propriétés de symétrie. Oscillateurs couplés : Modes propres, fréquences propres, petites oscillations au voisinage d'une position d'équilibre.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours et TD.
<b>Ouvrages de référence</b>	L. Landau et E. Lifchitz, Mécanique H. Goldstein, Classical Mechanics B. van Brunt, The Calculus of Variations
<b>Modalité d'évaluation</b>	Partiel + Examen. Note finale : Sup entre examen et moyenne examen-partiel

<b>Intitulé UE</b>	Physique par les capteurs
<b>Crédits ECTS</b>	4
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Etienne Rolley</b> / Tristan Baumberger
<b>Volume horaire</b>	Cours (24h) : 2h/semaine      TP (20h) : 5 séances de 4h
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Mécanique du point & électromagnétisme en régime quasi-stationnaire
<b>Programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendre le principe physique et le fonctionnement de capteurs destinés à mesurer positions, accélérations, température, rayonnement...</li> <li>- mettre en œuvre ces capteurs pour réaliser des expériences simples de mécanique, de thermodynamique ou d'optique.</li> </ul>
<b>Acquis attendus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maîtrise de nombreux outils expérimentaux,</li> <li>- réinvestissement et approfondissement des connaissances en mécanique, thermodynamique électromagnétisme vu en licence,</li> <li>- notions de métrologie.</li> </ul>
<b>Organisation pédagogique</b>	Le cœur de l'enseignement est constitué par les séances de TP. Les cours/TD sont conçus comme une introduction aux TP.
<b>Ouvrages de référence</b>	
<b>Modalité d'évaluation</b>	Contrôle continu <i>total</i> : tests lors des cours & compte-rendus de TP. Pas de 2 <sup>ème</sup> session.



<b>Intitulé UE</b>	Traitement du signal et des données
<b>Crédits ECTS</b>	4
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Jacques Le Bourlot, Alexis Coleiro
<b>Volume horaire</b>	Cours / TD: 11 x 3 h      TP: 4 x 3h
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Mathématiques pour physiciens. Un peu de statistiques serait utile.
<b>Programme</b>	Voir texte ci-dessous
<b>Acquis attendus</b>	Connaissances et/ou compétences (expérimentales, numériques, méthodologiques, ...) qui devraient être acquises à la fin de l'UE
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours / TD de 3h sur 1 semestre. 4 séances de TP permettent d'appliquer les méthodes vues en cours sur les résultats de l'UE « Physique expérimentale avancée ».
<b>Ouvrages de référence</b>	* Analyse et traitement des signaux, 2ème édition, Tisserand, Pautex & Schweitzer, Dunod, 2012 * Modern statistical methods for Astronomy, Feigelson & Babu, Cambridge 2012
<b>Modalité d'évaluation</b>	0.8 * Examen + 0.2 * TP

Analyser des données va aujourd'hui beaucoup plus loin que le « simple » traitement du signal tel qu'on l'entend classiquement. Le développement des méthodes dites de « Big data » et/ou de « Machine learning » impose que tout scientifique ait un vernis de base sur ce que recouvre ce vocabulaire.

Ce cours tentera donc de montrer quelques exemples de méthodes classiques ou moins classiques permettant d'aller « chercher de l'information » dans des données, quelle que soit l'origine de celles-ci. Compte tenu du temps disponible, la part traditionnellement consacrée au « traitement du signal » proprement dit est donc réduite. Compte tenu du bagage probable des étudiants, le contenu mathématique est également réduit au minimum et certains formalismes classiques (transformée en z par exemple) à peine esquissés.

En revanche, on tentera de s'appuyer le plus possible sur les données expérimentales acquises dans l'UE de « Physique expérimentale avancée » et de fournir les outils théoriques nécessaires à leur exploitation. Une part d'improvisation, dans la dernière partie du cours, est donc pleinement assumée.

Proposition de programme (en désordre) :

- Introduction : exemples de signaux et de données.
- Outils mathématiques. Quelques théorèmes indispensables, rappels de transformée de Fourier, définitions. Fonctions de distribution.
- Echantillonnage et interpolation.
- Corrélation.
- Décomposition et analyse spectrale
- Filtrage et lissage.
- Traitement des images numériques.
- Moindres carrés. Maximum de vraisemblance. Modèles.
- Tests statistiques.
- Séries temporelles.

<b>Intitulé UE</b>	Physique expérimentale avancée
<b>Crédits ECTS</b>	4
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Bruno Andréotti</b> , Jacques Le Bourlot, Caroline Derec, Guillaume Ricard
<b>Semestre</b>	6
<b>Programme</b>	<p>Le module de physique expérimentale avancée offre l'opportunité aux étudiants de se former de manière intensive à la physique expérimentale, telle qu'elle est pratiquée en laboratoire, sur la base d'expériences de physique du XXème siècle. Chaque étudiant travaille en binôme sur 5 expériences de physique moderne et sur 3 séries de mesures et d'observations faites en pilotant l'observatoire astronomique de l'Université. Les étudiants se forment par l'expérience à des champs de la physique peu abordés dans le reste de la Licence. Ils acquièrent par la pratique des notions importantes en physique expérimentale (bruit, amplification, erreurs systématiques, traitement de données, etc). Chaque étudiant tient, comme on le fait en laboratoire, un cahier d'expériences qui sert, pour moitié, de base à l'évaluation. L'examen porte sur l'une des expériences à mener en partie, après tirage au sort.</p>

<b>Intitulé UE</b>	Initiation à l'astrophysique générale
<b>Crédits ECTS</b>	2,5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Simona Mei</b> , Sébastien Rodriguez
<b>Volume horaire</b>	Cours/TD (24h) : 2h/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Notions fondamentales de mécanique, thermodynamique et d'électromagnétisme
<b>Programme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction à l'Astronomie : coordonnées, magnitudes</li> <li>• Milieu interstellaire, formation des étoiles et des planètes</li> <li>• Le système solaire : atmosphères, surfaces, intérieurs</li> <li>• Planètes extrasolaires : méthode de détection et caractérisation</li> <li>• La Voie Lactée</li> <li>• Les galaxies</li> <li>• Les galaxies dans l'Univers : modèle cosmologique et structure à grande échelle</li> </ul>
<b>Acquis attendus</b>	Acquisition de connaissances de base sur l'Astronomie-Astrophysique, ses objets et ses méthodes, au travers des grandes thématiques de recherche actuelles.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours/TD (avec exercices/exemples d'application sur des sujets d'actualité)
<b>Ouvrages de référence</b>	Universe, Freedman, Geller, Kaufman
<b>Modalité d'évaluation</b>	Examen écrit final avec questions libres

<b>Intitulé UE</b>	Physique des particules
<b>Crédits ECTS</b>	2,5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Thomas Patzak</b>
<b>Volume horaire</b>	Cours/TD (24h) : 2h/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	non
<b>Programme</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ordres de grandeur</li> <li>2. Notion de section efficace</li> <li>3. Radioactivité</li> <li>4. Éléments de structure du noyau : charge, rayon, masse (avec formule empirique de Bethe-Weiszacker)</li> </ol> </li> <li>2. Stabilité du noyau <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Désintégrations radioactives : émission gamma, émission alpha, désintégration beta, capture électronique.</li> <li>2. Fission</li> </ol> </li> <li>3. Physique des particules <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existence des particules et de leurs antiparticules, en particulier, électron et positron.</li> <li>2. Panorama rapide des particules élémentaires</li> <li>3. Interactions fondamentales</li> <li>4. Classification en particules élémentaires, leptons et quarks.</li> </ol> </li> <li>4. Interactions avec la matière <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interaction des photons (effet photoélectrique, effet Compton, création paire)</li> <li>2. Interaction des particules légères et lourdes, formule de Bethe Bloch et pic de Bragg</li> </ol> </li> <li>5. Applications : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réacteur nucléaire</li> <li>2. Datation</li> <li>3. Imagerie médicale et thérapie avec protons</li> </ol> </li> </ol>
<b>Acquis attendus</b>	Notions de base de la physique nucléaire et de la physique des particules. Notions de base de la radioactivité et des interactions des particules et de rayonnement avec la matière. Applications dans la société civile (énergie nucléaire, imagerie et traitement médicale, datation)
<b>Organisation pédagogique</b>	20 h Cours + 4 h TD

<p><b>Ouvrages de référence</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. H. Perkins: "Introduction to High Energy Physics", Cambridge University Press, ISBN: 0-521-62196-8</li> <li>• G. F. Knoll: "Radiation Detection and Measurement", John Wiley &amp; Sons, ISBN: 0-471-07338-5</li> <li>• A. Bettini: "Introduction to Elementary Particle Physics", Cambridge University Press, ISBN: 978-0-521-88021-3</li> <li>• W. R. Leo: "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer Verlag, ISBN: 0-387-57280-5</li> <li>• Particle Data Group, PDG, <a href="http://pdg.lbl.gov/">J. Beringer et al. (Particle Data Group), Phys. Rev. D86, 010001 (2012)</a>, <a href="http://pdg.lbl.gov/">http://pdg.lbl.gov/</a></li> </ul>
<p><b>Modalité d'évaluation</b></p>	<p>Examen écrit 3h</p>

<b>Intitulé UE</b>	Introduction à la matière condensée
<b>Crédits ECTS</b>	2,5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Christophe Voisin
<b>Volume horaire</b>	Cours : 16 TD : 9 TP:
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	Physique de L2 + meca Q de L3 + facteur de Boltzman
<b>Programme</b>	<p><b>Programme :</b></p> <p>1- Matière cristalline et matière désordonnée ;</p> <p>2- Cohésion de la matière : comment expliquer la stabilité des cristaux ioniques, métalliques, covalents ?</p> <p>3- Propriétés thermiques : introduction à la notion de phonons ; approches classiques et quantiques ; capacité thermique, température de Debye, loi de Dulong et Petit. Un mot de dilatation thermique ;</p> <p>4- Propriétés électroniques : notion de structure de bandes par analogie avec les phonons ; . Niveau de Fermi ; Comment prédire le caractère métallique ou isolant d'un matériau ?</p> <p>5- transport : conduction dans une bande pleine, partiellement remplie ; modele semi-classique de la conduction, analogie/différences avec modèle de Drude.</p> <p>6- une brève introduction aux semi-conducteurs : electrons et trous, dopage, propriétés optiques ; applications : diodes, photo-voltaïque, transistors...</p> <p>7- quelques mots de magnétisme : spins, interaction d'échange, domaines, champ démagnétisant</p> <p>8- la supra pour les nuls.</p>
<b>Acquis attendus</b>	Connaissances phénoménologiques des grands thèmes de physique des solides. Compétences techniques sur la chaîne linéaire d'oscillateurs couplés et utilisation d'analogies pour traiter des problèmes similaires ; rudiments sur les statistiques quantiques. Isolants/conducteurs.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours/TD
<b>Ouvrages de référence</b>	Ashcroft & Mermin ; Kittel
<b>Modalité d'évaluation</b>	Epreuve écrite, éventuellement basée sur un article de vulgarisation + un exposé de 20 min par binôme/trinôme en fonction du nombre d'étudiants, répartis au cours du semestre.

<b>Intitulé UE</b>	Physique macroscopique et des milieux continus
<b>Crédits ECTS</b>	2,5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	<b>Andrew Callan-Jones</b>
<b>Volume horaire</b>	Cours : 14h (ex., 7 séances de 2h) TD: 10h (ex., 5 séances de 2h)
<b>Semestre</b>	6
<b>Pré-requis</b>	- Physique newtonienne - Thermodynamique
<b>Programme</b>	<p><b>I. Etats de la matière. Intro : les interactions fondamentales (1,5 séances de 2h)</b></p> <p>A. Les différents états de la matière, point de vue énergétique</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energie cinétique et agitation thermique</li> <li>2. Energies d'interaction vs énergie cinétique (Energie interne vs. entropie)</li> </ol> <p>B. Interactions entre molécules</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interaction gravitationnelle</li> <li>2. Interactions électrostatiques <ol style="list-style-type: none"> <li>a. loi de Coulomb</li> <li>b. molécules polaires</li> <li>c. polarisabilité des molécules</li> </ol> </li> <li>3. Interactions de van der Waals (Debye, Keesom, London, Casimir)</li> </ol> <p><b>II. Introduction à la mécanique des milieux continus (2 séances de 2h)</b></p> <p>A. Approximation de milieu continu</p> <p>B. Solides élastiques</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loi de Hooke, module d'Young, coefficient de Poisson</li> <li>2. Compression et cisaillement</li> <li>3. Tenseur des contraintes et des déformations (seulement un goût)</li> <li>4. Lien avec les phénomènes microscopiques</li> </ol> <p>C. Liquides visqueux</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rhéomètre de Couette plan et 1ere définition de la viscosité</li> <li>2. Tenseur des taux de déformation et loi de Newton</li> <li>3. Rhéomètres</li> <li>4. Fluides non-newtoniens</li> <li>5. Origine microscopique de la viscosité</li> </ol> <p>D. Milieux visco-élastiques liquide de Maxwell et solide de Kelvin-Voigt</p> <p><b>III : Interfaces entre corps (2 séances de 2h)</b></p> <p>A. Notion de tension interfaciale</p> <p>B. Loi de Laplace</p>



	<p>C. Mouillage mouillage total, mouillage partiel, loi d'Young-Dupré</p> <p>D. Films de savon (bulles)</p> <p>E. Instabilité de Plateau-Rayleigh</p> <p><b>IV : Matière molle et fluides complexes (1,5 séances de 2h)</b></p> <p>A. Introduction et définitions</p> <p>B. Exemple: écoulement d'un milieu diphasique (fluide+particules).</p> <p>C. Cristaux liquides (si le temps le permet).</p>
<b>Acquis attendus</b>	Connaissances larges des notions de la physique de la matière molle. Cette UE devrait préparer les étudiant.e.s qui souhaitent poursuivre le M1 de physique macro-vivo.
<b>Organisation pédagogique</b>	Cours +TD
<b>Ouvrages de référence</b>	<p><i>Physique de la matière molle</i> par Brochard-Wyart, Nasset, Puech (Dunod)</p> <p><i>Soft Condensed Matter</i> par R. A. L. Jones (Oxford)</p> <p><i>Soft Matter Physics</i> par Masao Doi (Oxford)</p> <p><i>Soft Matter Physics : an Introduction</i> par Kleman et Lavrentovich (Springer)</p>
<b>Modalité d'évaluation</b>	Contrôle continu (2 contrôles d'une heure chacune) + examen terminal (3h)

<b>Intitulé UE</b>	Relativité restreinte
<b>Crédits ECTS</b>	2,5
<b>Responsable UE/Equipe pédagogique</b>	Étienne Parizot
<b>Volume horaire</b>	Cours/TD (24h) : 2h/semaine
<b>Semestre</b>	6
<b>Prérequis</b>	Rudiments d'algèbre linéaire
<b>Programme</b>	<p>Réflexion sur les notions d'espace et de temps dans le cadre de la Physique classique : homogénéité, isotropie, uniformité, fragilité de la notion d'instant</p> <p>Principe de Relativité</p> <p>Démonstration de la transformation de Lorentz</p> <p>Existence d'une constante fondamentale et invariante : constante de structure de l'espace-temps</p> <p>Composition des vitesses</p> <p>Notion d'espace-temps et géométrie associée : espace de Minkowski, métrique de Lorentz, intervalles d'espace-temps</p> <p>Quadrivecteurs</p> <p>Diagrammes spatio-temporels</p> <p>« Contraction des longueurs », « dilatation des temps »</p> <p>Paradoxe des jumeaux, effet Doppler</p> <p>Cinématique relativiste</p> <p>Mouvement uniformément accéléré</p> <p>Dynamique relativiste : notion de quantité de mouvement, de force, d'énergie</p> <p>Quadrivecteurs vitesse, accélération, force, énergie-impulsion, etc.</p> <p>Lois de conservation relativistes</p> <p>Relativité et électromagnétisme : équations de Maxwell et ondes électromagnétiques dans l'espace-temps</p>
<b>Acquis attendus</b>	<p>Compréhension des notions de bases de la Relativité, notamment de la notion d'espace-temps et de la géométrie minkowskienne</p> <p>Maîtrise des diagrammes d'espace-temps</p> <p>Calculs cinématiques et dynamiques relativistes</p>
<b>Organisation pédagogique</b>	<p>Cours interactifs, avec résolution explicite d'exercices fondamentaux.</p> <p>Mise à disposition des cours filmés sur Youtube.</p>
<b>Ouvrages de référence</b>	
<b>Modalité d'évaluation</b>	Examen final, à l'écrit