

Intitulé	Code Apogé	Coef .	ECTS	Volume horaire		
				CM	TD	TP
S1						
Physique I		9	9	39	28	8
Discipline n°2		9	9			
Discipline n°3		9	9			
Soutien en Physique I					24	
Anglais		2	2		20	
S2						
Physique II		14	14			
EC II-I : Thermodynamique		4	4	16	16	
EC II-II : Mécanique		4	4	15	15	
EC II-III : Outils pour la physique		4	4	15	18	
EC II-IV : Travaux Pratiques Physique II		2	2			20
Discipline n°2		14	14			
Anglais		2	2		20	
S3						
Électrostatique et magnétostatique		8	8	34	34	12
Mécanique du solide		4	4	16	16	
Électricité		4	4	10	10	12
Introduction au calcul scientifique		4	4	16		16
Outils pour la physique		5	5	24	24	
Histoire et philosophie des sciences		3	3	10	10	
Anglais		2	2		20	
S4						
Électromagnétisme et Optique ondulatoire		7	7	18	18	18
Electronique		5	5	14	14	12
Analyse numérique		5	5	20		20
Fluides: statique et dynamique		4	4	10	10	9
outils pour la physique		5	5	25	25	
Anglais		2	2		20	
☐ Didactique en sciences physiques		2	2	15		
○ UEL		2	2		15	

Intitulé	Code Apogé	Coef .	ECTS	Volume horaire		
				CM	TD	TP
S5						
outils pour la Physique		5	5	20	24	
Thermodynamique avancée, et phénomènes irréversibles		3	3	14	14	
Physique des solides		4	4	20	16	
Physique Expérimentale 1		5	5	0	8	28
Anglais		2	2		20	
Métiers et communication scientifique		1	1	8	8	
Physique Quantique		6	6	24	24	
ondes électromagnétiques dans les milieux		4	4	15	15	
Conversion de l'énergie		7	7	27	27	
Structures et propriétés mécaniques des matériaux		3	3	12	12	
S6						
Optique et laser		4	4	18	18	
Mécanique des milieux denses		4	4	16	16	
Immersion recherche		2	2			12
Physique Expérimentale 2		5	5	0	8	28
Simulations d'expériences et Calcul Scientifique		5	5	14		20
Anglais		2	2		20	
Relativité et physique subatomique		4	4	16	16	
Mécanique analytique		4	4	16	16	
Traitement du signal et contrôle des systèmes linéaires		5	5	20	20	
Systèmes informatiques et applications		3	3	12	12	

S1 Physique 1	
prérequis	Être titulaire d'un bac.
objectifs	<p>À l'issue de cette UE, l'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ comprendre, appliquer et critiquer une démarche expérimentale, ▪ comprendre, appliquer et critiquer le traitement des données expérimentales, ▪ comprendre et appliquer la démarche physicienne dans l'enseignement supérieur, ▪ maîtriser les mathématiques nécessaires aux contenus, ▪ maîtriser les concepts d'optique géométrique et de mécanique de cette UE Optique et Mécanique I et savoir les appliquer, ▪ comprendre, appliquer et critiquer une démarche expérimentale, ▪ comprendre, appliquer et critiquer le traitement des données expérimentales, ▪ maîtriser les mathématiques nécessaires aux contenus.
contenu	<p>Cette unité d'enseignement (UE) étant proposée en Portail, elle s'adresse à l'ensemble des étudiants en Sciences. Elle est conçue pour assurer une liaison entre le lycée et l'université.</p> <p>Elle est formée de contenus disciplinaires (optique et mécanique du point) ainsi que de contenus méthodologiques et d'outils mathématiques applicables aux autres domaines de la Physique comme à d'autres disciplines. Des séances de travaux pratiques permettront de mettre en pratique toutes les notions méthodologiques et disciplinaires abordées durant cette UE. Des séances de soutien pour les étudiants se sentant en difficulté seront proposées.</p> <p>Contenus disciplinaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction à l'optique, ▪ Systèmes élémentaires (miroirs plans, dioptries plans, miroirs sphériques), ▪ Association de systèmes simples, systèmes centrés (lentilles minces), ▪ Instruments (loupe, microscope, lunette astronomique), ▪ Histoire de la mécanique, ▪ Cinématique du point, trajectoires, ▪ Lois de Newton, ▪ Théorème du moment cinétique.

bibliographie	<ul style="list-style-type: none">▪ Stöcker <i>et al.</i> Toute la physique, Dunod, 2007.▪ Brunel <i>et al.</i> Physique L1 : Cours complet avec exercices corrigés et vidéos, Pearson, 2015.▪ Kane <i>et al.</i> Physique Licence PACES, Dunod, 2016.▪ Douillet <i>et al.</i> Physique Phy, Dunod, 2017. <p>Ces livres sont disponibles à la bibliothèque universitaire des sciences.</p>
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪
responsable UE	K. Loth

S2 Physique 2	
prérequis	Avoir suivi Physique 1
objectifs	<p>EC II-I : Thermodynamique :</p> <p>Notion d'état d'un système. Fonctions caractérisant l'état d'un système et de ses changements (température, pression, équation d'état, grandeur énergétique, entropie). L'irréversibilité, les machines thermiques, leur rendement.</p> <p>EC II-II : Mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ maîtriser les concepts de la mécanique du point, ▪ manipuler les principaux outils mathématiques utiles en physique. <p>EC II-III : Outils pour la physique 1</p> <p>manipuler les principaux outils mathématiques nécessaires pour ce module.</p> <p>EC II-IV : Travaux pratiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ suivre une démarche expérimentale, ▪ analyser et interpréter des résultats expérimentaux en lien avec le contenu disciplinaire.
contenu	<p>EC II-I : Thermodynamique</p> <p>Caractérisation de l'état d'un système, grandeurs d'état et grandeurs de transfert, fonctions mathématiques pour représenter ces grandeurs (différentielles et grandeurs infinitésimales). Température, pression, équation d'état. Notions d'énergie cinétique, énergie interne, définition de l'énergie chaleur/travail. Principe de la conservation d'énergie ou premier principe. Premier principe de la thermodynamique. Dégradation de l'énergie mécanique en chaleur. L'entropie. Deuxième principe de la thermodynamique. Cycles thermodynamiques, machines thermiques. Exemple d'un fonctionnement en cycle de Stirling. Calcul de l'efficacité thermodynamique d'une machine thermique en fonctionnement réversible. Fonctions de Helmholtz et de Gibbs, évolution d'un système vers l'équilibre thermodynamique. Notions de cinétique des gaz. Introduction du modèle des gaz parfaits. Notions de température, de pression.</p> <p>EC II-II : Mécanique</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ puissance et travail d'une force, Circulation, forces conservatives et non conservatives, ▪ énergie potentielle, énergie cinétique et énergie mécanique. Théorème associés, notion de gradient, ▪ équilibre d'un point matériel, ▪ systèmes oscillants : oscillations libres, amorties, forcées, résonance, ▪ forces centrales, applications au mouvement des satellites et des planètes, ▪ collisions et notions de centre de masse. <p>EC II-III : Outils pour la physique I</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ fonctions à plusieurs variables (dérivée partielle et formes différentielles, ▪ différentielle scalaire et vectorielle, gradient, rotationnel, divergence, ▪ formule de Taylor, développement limité, ▪ polynômes, fractions rationnelles, ▪ intégrales simples, multiples et curvilignes
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermodynamique, fondements et applications, J.-P. Pérez, Masson, 3ème édition, 2011, Paris. ▪ Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer & B. Roulet, (Licence et Master). Ed. Hermann, 2007. ▪ Thermodynamique macroscopique, A. Watzky, (Licence et Master), Editions De Boeck Université (2007). ▪ introduction à la thermodynamique JC. Lhuillier, J. Roux Dunod, Paris. ▪ La thermodynamique mot à mot ▪ Dictionnaire de la thermodynamique – De l'Absolu au zéro absolu, Pierre Perrot Inter Edition, Paris. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Brunel <i>et al.</i> Physique L1 : Cours complet avec exercices corrigés et vidéos, Pearson, 2015. ▪ Kane <i>et al.</i> Physique Licence PACES, Dunod, 2016. ▪ Douillet <i>et al.</i>, Physique , Dunod, 2017.
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	Y. Vaills, C. Andrezza, P. Andrezza, L. Jouvensal

S3 Électrostatique et magnétostatique	
prérequis	Outils pour la physique 1 et 2.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acquérir et comprendre les notions abordées dans cet enseignement qui seront nécessaires à l'étude de l'électromagnétisme ▪ Maîtriser le formalisme mathématique nécessaire à la poursuite d'étude en physique.
contenu	<p>Électrostatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ bases sur les champs : circulation, flux, ▪ notion d'opérateur : gradient d'un champ scalaire, divergence et rotationnel d'un champ vectoriel, laplacien d'un champ scalaire et vectoriel, notation avec l'opérateur nabla, ▪ électrostatique du vide : densités de charges, champ et potentiel électrostatiques, théorème de Gauss, équations locales, dipôles, énergie électrostatique. ▪ conducteurs en équilibre. <p>Magnétostatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ électrocinétique : définition de la densité de courant et de l'intensité, loi d'ohm locale, ▪ Loi de Biot-Savart, propriétés du champ magnétique : flux conservatif, théorème d'Ampère, forces de Laplace et de Lorentz, interactions magnétiques entre circuits électriques, théorème de Maxwell, équations locales du champ magnétique, potentiel vecteur, ▪ Induction électromagnétique : observation du phénomène, lois de Faraday et de Lenz, auto-induction et induction mutuelle des circuits électriques. Énergie potentielle magnétostatique d'un système de courant.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	N. Garnier

S3 Mécanique du solide	
prérequis	Mécanique des modules physique 1 et 2, outils pour la Physique 1 et 2.
objectifs	Pouvoir mettre en équation, analyser théoriquement et prédire l'évolution d'un solide indéformable simple et d'un système mécanique dans leurs mouvements.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cinématique : translation et rotation d'un solide, ▪ géométrie de masses, ▪ éléments cinétiques d'un système de points mécaniques et d'un solide indéformable, ▪ étude dynamique : repères galiléens et non galiléens, ▪ contact entre solides et lois de frottement, ▪ théorèmes généraux, étude énergétique.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	O. Randriamboarison

S3 Électricité	
prérequis	Outils pour la physique 1, en particulier : nombres complexes, équation différentielles du premier et second ordre, résolution de systèmes linéaires.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acquérir les notions de base en électricité, ▪ analyser un circuit électrique en continu, en alternatif ou en fonctionnement transitoire, ▪ savoir câbler un circuit d'après son schéma, ▪ savoir utiliser un multimètre et un oscilloscope.
contenu	<p>Notions abordées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ conducteur et isolant, courant et différence de potentielle, résistivité et conductivité, ▪ réseaux de dipôles, loi des mailles et des nœuds, principes d'un voltmètre et d'un ampèremètre, ▪ dipôle actif et passif, générateur de tension et de courant, modèles de Thévenin et Norton, ▪ dipôle passifs, fonctionnement et caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur, ▪ association de dipôles, série, parallèle, ▪ signaux dépendant du temps, signaux périodiques, sinusoïdaux moyenne, valeur efficace, puissance, utilisation d'un multimètre, ▪ signaux sinusoïdaux, impédances complexes, puissance, ▪ réponse d'un circuit en régime transitoire. <p>Thèmes des TP :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ circuits et mesures en continu, ▪ utilisation d'un multimètre, ▪ mesures de signaux en alternatif, et d'un oscilloscope numérique, ▪ impédances complexes, ▪ circuit RLC, résonance, analogie mécanique, ▪ régime transitoire.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ D. Hong, M.-H. Gobbey, J.-M. Beauchire, Circuits et mesures électriques, Dunod Parcours Ingénieur, 2009.

ressources pédagogiques	▪
responsable UE	F. Muller

S3 Introductions au calcul scientifique	
prérequis	Sans
objectifs	Utiliser un langage de calcul pour résoudre un problème de la physique et savoir rester critique vis-à-vis des résultats obtenus. Connaître un langage de calcul et un langage de calcul formel, savoir les utiliser et trouver des informations complémentaires.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ la place de l'ordinateur en physique, codage des entiers et des réels, erreurs numériques, ▪ découverte et utilisation d'un langage interprété (Python), ▪ étude et utilisation d'algorithmes (tri, calcul de moyenne, variance...), notion de complexité, ▪ applications à la physique : intégration de fonction (rectangle, point-milieu, trapèze), discrétisation et intégration d'équation aux dérivées ordinaires d'ordre 1 et 2, grâce aux schémas d'Euler et de Runge Kutta, ordre des schémas, ▪ introduction et utilisation d'un langage de calcul formel.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ J.-Ph. Grivet, Méthodes numériques appliquées, EDP Sciences, Les Ulis, 2013
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	J.-L. Rouet, F. Piazza

S3 Outils pour la physique 2	
prérequis	Outils pour la physique 1.
objectifs	Accompagner l'étudiant dans la démarche vers la physique à travers les outils mathématiques.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ résolution de systèmes linéaires, pivot de Gauss, ▪ matrices, diagonalisation, valeurs propres, vecteurs propres, changement de base, ▪ systèmes d'équations différentielles linéaires, ▪ introduction aux équations aux dérivées partielles.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	A. Spallicci

S3**Histoire et Philosophie des sciences**

prérequis

objectifs

Le temps (au sens du temps qui passe) est le but du voyage auquel invite cette unité d'enseignement. Sciences exactes, naturelles, humaines, sociales, arts, toutes ces activités nous donnent à connaître sur le temps. Toutes nous disent des choses différentes, et permettent de comprendre Saint Augustin, Pierre Reverdy, Einstein et tant d'autres.

« Qu'est-ce que le temps ? Si personne ne me le demande, je le sais. Mais si on me le demande et que je veuille l'expliquer, je ne le sais plus ». Saint Augustin (Les Confessions).

« Le présent est fait de déformations du passé et d'ébauches imprécises de l'avenir ». Pierre Reverdy (Le livre de mon bord).

« La théorie d'Einstein nous dit que le fameux « passage du temps », source de mélancolie pour tant de poètes, est une illusion (...) Thibault Damour (Entretiens sur la multitude du monde).

contenu

Découvrir une réalité de la vie quotidienne : celle du temps qui passe et à quel point sciences et arts, dans leur diversité, permettent parfois de comprendre des éléments essentiels de notre univers.

Dans cette unité d'enseignement l'approche pédagogique se veut radicalement différente de la tradition académique. C'est la recherche d'une réflexion personnelle, et le bonheur de cet exercice qui sont visés. Pour cela c'est l'échange et le dialogue entre les étudiants et l'enseignant qui sont privilégiés, au lieu de l'habituelle acquisition d'une connaissance technique « parfaite », circonscrite et contrôlée dans le cadre d'un examen écrit.

bibliographie

- Barrau Aurélien, Des univers multiples, À l'aube d'une nouvelle cosmologie, Coll. Quai des Sciences, Dunod.
- Baudson Michel, œuvre collective sous la direction de, L'art et le temps, Albin Michel, 1985
- Bergson Henri, L'évolution créatrice
- Birnbaum Jean sous la direction de, Où est passé le temps ? Foliot essais, Éditions Gallimard, 2012

- Callender Craig sous la direction de, The Oxford Handbook of Philosophy of Time, 2011
- Changeux Jean-Pierre, L'homme neuronal, Fayard 1983
- Correspondance Einstein - Bergson
- Damour Thibault & Carrière Jean-Claude, Entretiens sur la multitude du monde, Editions Odile Jacob, 2002
- Damour Thibault Si Einstein m'était conté, De la relativité à la théorie des cordes, Editions du Cherche-Midi, 1ère éd. 2005, 2ème éd. 2012
- Darwin Charles, L'évolution des espèces, 1ère édition, nov. 1858, tirée à 1250 exemplaires
- Hawking Stephen, Une brève histoire du temps, du big bang aux trois noirs, Flammarion, Nouvelle bibliothèque scientifique 1989, édition originale : A brief history of time, Batam Book, New York, 1988
- Hawking Stephen & Mlodinow Léonard, Y a-t-il un grand architecte dans l'Univers ? , Ed. Odile Jacob, Coll ; poches Sciences, 2014
- Jacob François, La logique du vivant, Gallimard, 1976
- Jacob François, Le jeu des possibles, Garnier Flammarion, 1986
- Jacquard Albert, Éloge de la différence, Seuil 1981
- Jankélévitch Vladimir, L'irréversible et la nostalgie, Coll. Champs Flammarion, 1974
- Klein Etienne et Spiro Michel, ouvrage collectif sous la direction de, Le temps et sa flèche, Editions Frontières, 1ère éd. 1994, 2ème éd. 1995
- Le Ru Véronique, Le temps, la plus commune des fictions, PUF, Philosophies, octobre 2012
- Maudlin Tim, Philosophy of Physics: Space and Time, Princeton Foundations of Contemporary Philosophy, 2012
- Monod Jacques, Le hasard et la nécessité, Le Seuil, 1973
- Ormesson Jean d', C'est une chose étrange à la fin que le monde, Robert Laffont, 2010
- Prigogine I. & Stengers I., La nouvelle alliance , Gallimard 1979 (de nombreuses fois réédité, et à qui le texte ci-dessus doit beaucoup)
- Prigogine I. & Stengers I., Entre le temps et l'éternité, Gallimard 1988
- Prigogine Ilya, œuvre collective sous la direction de, L'homme devant l'incertain, Editions Odile Jacob, 2001
- Rovelli Carlo, Et si le temps n'existait pas ? Un peu de science subversive, Dunod 2012, coll. Quai des sciences
- Saint Augustin, Les Confessions, Livre 11, chapitres 14 & 20
- Smolin Lee, La renaissance du temps, pour en finir avec la crise de la physique, Dunod 2014, coll. Quai des sciences, édition originale : Time Reborn, éd. Houghton

	<p>Mifflin Hartcourt, 2013</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Snow Charles P., Les deux cultures, Ed. Jean-Jacques Pauvert, Coll. Libertés nouvelles, 1968.▪ Weinberg Steven, Les trois premières minutes de l'univers, éditions du Seuil, 1977
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪
responsable UE	Y. Vaills

S4 Électromagnétisme et Optique ondulatoire	
prérequis	Optique, Électrostatique et magnétostatique, Outils pour la physique 1 et 2.
objectifs	Donner les connaissances sur la propagation d'onde électromagnétique ainsi que les notions de base en optique ondulatoire.
contenu	<p>Équations de Maxwell, équation de propagation, notion d'ondes, l'onde progressive plane monochromatique (OPPM) et la polarisation ; propagation de l'énergie vecteur de Poynting.</p> <p>Le phénomène d'interférences à 2 ondes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ conditions d'interférences de la lumière, différence de marche, déphasage, ordre d'interférence. <p>Interférences non localisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ conditions nécessaires à la formation d'interférences non localisées, ▪ exemples de montages optiques permettant de former ce type d'interférence : fentes d'Young, miroir de Lloyd, miroirs de Fresnel, bi-lentilles de Billet. <p>Interférences localisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ conditions nécessaires à la formation d'interférences localisées et principales propriétés de ce type d'interférence, ▪ interférences par des lames à faces parallèles, ▪ interférences de « coin d'air », ▪ exemples montage optique permettant l'observation de ces interférences : l'interféromètre Michelson. <p>Diffraction</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ principe d'Huygens-Fresnel, diffraction par une fente fine, 2 fentes fines, ▪ diffraction par N fentes fines, réseau en transmission. ▪ diffraction par une ouverture circulaire, résolution des instruments d'optique.
bibliographie	▪
ressources pédagogiques	▪

responsable UE

O. Randriamboarison

S4 Électronique	
prérequis	Électricité, Outils pour la physique 2
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprendre le fonctionnement des composants de base de l'électronique analogique, ▪ comprendre le fonctionnement des circuits électroniques courants, ▪ acquérir les bases de la conversion analogique-numérique.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ semi-conducteur, fonctionnement d'une jonction PN, ▪ diodes et applications (redressement, détection, écrantage ...), ▪ fonctionnement du transistor bipolaire, ▪ utilisation du transistor bipolaire en commutation et amplification, ▪ autres technologies (FET, MOS), ▪ amplificateurs opérationnels, rétroaction négative, circuits fonctionnels de base, ▪ application à la conversion analogique-numérique. <p>Thèmes des TP (dans la continuité de ceux du module électricité de S3) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ redressement : passage de l'alternatif au continu, ▪ amplification par transistor, ▪ amplificateur opérationnel en régime linéaire, transformation de signaux, ▪ amplificateur opérationnel en régime non-linéaire, convertisseur flash et transistor en commutation, alimentation d'une Led.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A. P. Malvino, D. J. Bates, Principes d'Électronique, 7^e éd., Dunod, Paris, 2008
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	J.L. Rouet

S4 Analyse numérique	
prérequis	Introduction au calcul scientifique, Outils pour la physique 2.
objectifs	Maîtriser les outils élémentaires pour la résolution et la simulation sur ordinateur de problèmes physiques.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ enjeux du calcul numérique : la discrétisation, ▪ interpolation, ▪ résolution d'EDO, ▪ système d'équations linéaires, ▪ méthodes directes (Gauss, Gauss-Jordan, factorisation LU), ▪ méthodes itératives (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR), ▪ valeurs propres, Vecteurs propres.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A. Fortin, Analyse numérique pour ingénieurs, Presses Internationales Polytechniques, 2001 ▪ J.-Ph. Grivet, Méthodes numériques appliquées, EDP Sciences, Les Ulis 2013
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	S. Célestin

S4 Fluides : statique et dynamique	
prérequis	Notions mathématiques sur les équations différentielles et les équations aux dérivées partielles, initiation à la thermodynamique. Mécanique du point. Notions de bilan de flux local. Méthodologie scientifique.
objectifs	Acquérir les notions de base en mécanique des fluides pour calculer un débit, une vitesse, une pression. Comprendre des phénomènes physiques de base concernant les écoulements (différence de pression : terme moteur pour faire circuler un fluide). Acquérir des méthodes pour résoudre un problème d'écoulement de fluide non-visqueux.
contenu	<p>Introduction à la mécanique des fluides avec la présentation des principaux concepts :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ statique des fluides : pression, équation d'état d'un fluide, théorème d'Archimède et corps flottants. ▪ cinématique des fluides : champs de vitesses, lignes de courant, accélération d'une particule fluide, bilan de masse, débit, ▪ dynamique des fluides non visqueux : équation d'Euler et relation de Bernoulli. Applications : effet Venturi, tube de Pitot, théorème de Torricelli, études des systèmes ouverts, ▪ introduction aux fluides visqueux (écoulements laminaire et turbulent). Classification des régimes d'écoulement. Pertes de charges dans les conduites. ▪ aperçu de la variété des fluides rencontrés et applications pratiques des notions présentées. <p>Travaux pratiques : mesures en statique des fluides ; mesure de la force d'un jet sur différentes géométries (théorème d'Euler) ; mesure de vitesse débitante dans une soufflerie (théorème de Bernoulli).</p>
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S. Amiroudine et J.-L. Battaglia, Mécanique des fluides, Dunod, Paris, 2014 ▪ P. Chassaing, Mécanique des fluides - Éléments d'un premier parcours, Cépaduès, 2010 ▪ R. Comolet, Mécanique expérimentale des fluides, tomes 1 à 3, Dunod, Paris, 2000

ressources
pédagogiques

▪

responsable UE

R. Jousot

S4 Outils pour la Physique 3

prérequis	Fonctions à une variable, suites, intégration, développement en séries de Taylor, développements limités. Notions de probabilités.
objectifs	<ul style="list-style-type: none">▪ Préparer les étudiants aux UE de Physique de Licence 3,▪ maîtriser les outils de développements en séries,▪ comprendre les notions de convergence,▪ maîtriser les outils liés aux descriptions en densité de probabilités.
contenu	<ul style="list-style-type: none">▪ Suites et séries numériques, séries de fonctions, études des convergences,▪ séries entières, développement en séries entières et séries entières comme solutions des équations différentielles▪ séries de Fourier. ▪ Rappels sur les probabilités,▪ valeurs discrètes finies et infinies, types de lois▪ densité de probabilités, moments & fonctions génératrices de moments, loi de la limite centrale.▪ introduction à la statistique.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none">▪ F. Delmer, Rappels de cours et exercices résolus, Dunod, Paris, 1980▪ S. Lipschutz, Probabilités cours et problèmes, Série Schaum, McGrawHill,▪ G. Frugier, Exercices ordinaires de probabilités, Ellipses, 2010
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪
responsable UE	I. Rannou

S4 Didactique en sciences physiques	
prérequis	Physique 1 et 2 (L1).
objectifs	L'objectif de ce module est de former des étudiants de L2 à la pédagogie et à sa mise en pratique sous la forme d'une aide méthodologique par un tutorat de soutien aux étudiants de L1 primo-entrants ayant suivi les UE de physique. Ce soutien concerne les étudiants qui échouent au premier semestre de L1.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ formation didactique : stratégies d'apprentissage (en présentiel avec un enseignant), ▪ participation à la préparation des séances de tutorat (fiches de synthèse, exercices, corrigés), en contact avec un enseignant, ▪ nécessité de revoir et/ou approfondir ses connaissances avant les séances, ▪ séances de tutorat (certaines séances avec un enseignant), ▪ court travail de synthèse ou d'analyse sur un sujet lié à la pédagogie.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cours, contrôles et exercices de physique de S1 en optique géométrique, en mécanique du point et méthodologie.
responsable UE	P. Andreazza

S1 Outils pour la physique 4	
prérequis	Outils pour la physique 3.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduire les notions et outils de mathématiques dans le contexte de la physique.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse complexe (forme générale d'une fonction complexe, différentiation et intégration de fonctions complexes, fonction holomorphes, théorème fondamental de l'analyse complexe, théorème des résidus, séries de Taylor et de Laurent) ▪ Transformation de Fourier 1D et 3D et applications (Définition et transformation inverse, distribution de Dirac et de Heaviside - fonctions généralisées, Théorèmes de convolution, corrélation et de Parseval. ▪ Transformation de Laplace et applications (définition et transformation inverse, distributions de Dirac et Heaviside, théorème de convolution, application à la solution d'équations différentielles, fonctions semi-périodiques)
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪ ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	G. Kneller

S5	Thermodynamique avancée et phénomènes irréversibles
prérequis	Thermodynamique (S2).
objectifs	Comprendre des notions avancées de la thermodynamique : phénomènes irréversibles et fonctions potentiels. S'ouvrir à d'autres systèmes thermodynamiques (autres que les gaz). Réaliser des travaux pratiques sur une pompe à chaleur réversible, calcul des coefficients thermoélectriques, mesure de la tension de surface.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rappels de thermodynamique, construire un bilan d'énergie, un bilan entropie. Phénomènes irréversibles, taux d'irréversibilité, calcul sur machines thermiques. ▪ Notions de potentielle thermodynamique, fonctions potentiels : énergie et enthalpie libre. L'équilibre mécanique, thermique, électrique... ▪ Études des changements de phase, Thermoélectricité, diffusion thermique et rayonnement
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B. Halphen et Q. S. Nguyen, Sur les matériaux standards généralisés, J. de Mécanique, 14, 1, pp. 39-63, 1975. ▪ D. Kondepudi, I. Prigogine, Modern Thermodynamics. from Heat Engines to Dissipative Structures, John Wiley & Sons, New-York, 1998. ▪ G. D. C. Kuiken, Thermodynamics of irreversible process, Applications to Diffusion and Rheology, Wiley tutorial series, Ed. J. Wiley. ▪ J. Lemaitre, Mécanique des matériaux solides, Ed. Dunod, Paris, 1984. ▪ L. Onsager, Reciprocal relations in irreversible processes I, Phys. Rev. 37, pp. 405-426, 1930. ▪ C. Vidal, G. Dewel et P. Borckmans, Au delà de l'équilibre, Coll. Enseignement des sciences, ed. Hermann, 1994. ▪ Lucien Borel, Thermodynamique et énergétique, éd. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 1991, 692 pages
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪

responsable UE

E. Ntsoenzok

S5 Physique des solides	
prérequis	Ensemble des modules de physique et d'outils pour la physique des S1, S2, S3 et S4
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoir acquis les connaissances de base sur les structures cristallines, ▪ connaître les méthodes courantes de détermination de ces structures, ▪ découvrir les relations structure - propriétés et les échelles en cause.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cristallographie géométrique : structure cristalline, groupes ponctuels, ▪ interactions matière-rayonnement (X, électrons, neutrons), absorption, diffusion et diffraction des rayonnements, ▪ notions sur les propriétés électroniques, optiques et magnétiques. Relations entre structure et propriétés , ▪ travail par petits groupes : exposés sur des thèmes modernes en physique des matériaux (supra conduction, cellule solaire, rayonnement synchrotron, stockage de l'information, graphène, ferroélectricité...). <p>TP envisagés : ferromagnétisme, comportement thermique d'un semi-conducteur.</p>
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C. Kittel, Physique de l'état solide- Cours et problèmes, Dunod. Sciences Sup, 2007
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	F. Muller

S5 Physique expérimentale 1	
prérequis	
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appréhender les notions théoriques et les phénomènes physiques vus en cours et travaux dirigés tant pour les modules communs que pour les modules d'option durant le semestre par le biais d'expériences pratiques. ▪ Consolider les compétences dans l'exploitation scientifique de données expérimentales ainsi que dans la rédaction de compte rendu d'expériences.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tronc commun ▪ UE optionnelles P ▪ UE optionnelles SI
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	O. Ramdriamboarison, J. Botsoa, E. Kovacevic

S5 Métiers et communication scientifique	
prérequis	
objectifs	<p>À l'issue de cette UE, l'étudiant doit être capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ de maîtriser les types de poursuite d'études et les modalités pour intégrer les structures les proposant, ▪ d'identifier et de connaître les types de métiers pouvant être exercés après un cursus de Physique, ▪ de définir son projet d'orientation, ▪ de rédiger et mettre en forme une publication scientifique en français : rapport de stage, résumé étendu.
contenu	<p>Cette UE répond à deux objectifs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ éclairer le choix d'une orientation par : <ul style="list-style-type: none"> ▪ une intervention de la DOIP (que faire après une L3), ▪ une séance de présentation des Masters proposés à l'Université d'Orléans, ▪ rédiger une communication scientifique, tant sur le fond que sur la forme : <ul style="list-style-type: none"> ▪ trois séances de Techniques d'Expression, ▪ trois séances dédiées aux outils numériques de mise en forme.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C. Rolland, Latex par la pratique, O'Reilly, Cambridge, 1999
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ T. Oetiker, H. Partl, I. Hyna et E. Schlegl, une courte introduction à LaTeX ?, 1999, [en ligne], disponible sur internet http://tex.loria.fr/general/flshort-3.3.pdf [consulté le 26 juin 2018]
responsable UE	I. Rannou

S5 Physique quantique	
prérequis	Mathématiques de L1 et L2, mécanique, ondes.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Connaître les concepts de la physique quantique ▪ savoir résoudre des problèmes qui relèvent de la physique quantique dans des cas simples et concrets.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Outils mathématiques (rappel sur les équations différentielles du 2nd ordre, notion d'opérateurs, commutateur, rappels d'algèbre, espace de Hilbert, produit scalaire), ▪ histoire des sciences (concepts, chercheurs importants du domaine), ▪ description de phénomènes quantiques / modèles : effet photoélectrique, effet Compton, atome de Bohr, dualité onde-corpuscule (fentes d'Young), ondes de matières / relations de de Broglie, ▪ fonction d'onde et paquet d'ondes, ▪ équation de Schrödinger, équation de Klein-Gordon, ▪ rappel sur le problème à deux corps, masse réduite, ▪ particule dans un potentiel scalaire indépendant du temps / états stationnaires, ▪ états liés / quantification des énergies, états de diffusion / courant de probabilité / effet Tunnel, ▪ l'oscillateur harmonique quantique / opérateur d'annihilation et de création ▪ utilisation de la parité, ▪ valeur moyenne d'une grandeur, inégalités de Heisenberg, ▪ moment cinétique orbital / relations de commutation / valeurs propres (L_z, L^2), ▪ harmoniques sphériques, particule dans un potentiel central / équation radiale ▪ atome d'hydrogène, ▪ expérience de Stern et Gerlach, moment cinétique de spin, ▪ transition vers le formalisme de Dirac.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪

ressources pédagogiques	▪
responsable UE	S. Guillot

S5 Ondes électromagnétiques dans les milieux	
prérequis	Électromagnétisme et ondes électromagnétiques dans le vide.
objectifs	Développer une description macroscopique rigoureuse de l'électromagnétisme dans des milieux diélectriques isotropes et anisotropes.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ rappel : équations d'onde pour les potentiels du champ électromagnétique dans le vide, ▪ description microscopique de la distribution de charges dans un milieu dense (champs moyens, développement multipolaire), ▪ équations de Maxwell macroscopiques dans un milieu dense (dérivation et définition des susceptibilités statiques pour des milieux isotropes et anisotropes), ▪ champ électromagnétique à l'interface entre deux milieux diélectriques, ▪ biréfringence (tenseur de permittivité, ondes électromagnétiques dans des milieux anisotropes, vitesses de propagation principales), ▪ oscillateur de Lorentz - modèle simple pour la déformation d'un nuage électronique moléculaire (système dynamique, susceptibilité dynamique et relation avec la susceptibilité statique).
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley, 3rd edition, 1999 ▪ J. Faroux, J.-P. Renault, Electromagnétisme, volume 1, 2. Dunod, Paris, 1996 ▪ J.-P. Pérez, Optique - Fondements et applications, Dunod, Paris, 2000 ▪ E. Hecht and A. Zajak, Optics, Addison Wesley, 1997 ▪ M.R. Spiegel, Analyse vectorielle. Série SCHAUM, Mc Graw Hill, 2000
ressources pédagogiques	http://dirac.cnrs-orleans.fr/~kneller/OndesMilieux/cours.pdf
responsable UE	G. Kneller

S5 Conversion de l'énergie	
prérequis	Électricité, électronique, électromagnétisme, physique des solides, thermodynamique.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Connaissance et compréhension des différentes technologies de conversion de l'énergie et des principes physiques mis en jeu. ▪ Maîtrise des bases de l'électrotechnique et de la mesure des grandeurs caractéristiques des réseaux triphasés, être capable de modéliser un convertisseur électromécanique.
contenu	<p>Électrotechnique, conversion électromécanique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ réseaux triphasés et mesure de puissances triphasées, ▪ le transformateur triphasé (modèle de Kapp), ▪ la machine synchrone, l'alternateur triphasé, ▪ la machine asynchrone à vitesse constante et variable, ▪ bases de l'électronique de commutation, ▪ sécurité électrique. <p>Conversion électrothermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ transfert d'énergie, chauffage électrique (ohmique, à induction...), ▪ applications : résistances électriques, fours AC et micro onde, plaques inductives. <p>Conversion photoélectrique : cellules photovoltaïques</p> <p>Conversion électrochimique : batteries/microbatteries, pile à combustible</p> <p>Matériaux pour la conversion de l'énergie :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ piézoélectricité, thermoélectricité, photonique, ▪ propriétés de ces matériaux (polarisation, charge, durabilité, dégradation de surface).
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	T. Tillocher

S5	Structures et propriétés mécaniques des matériaux
prérequis	Cristallographie, physique des solides, thermodynamique, mécanique
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Partie 1 : expliquer les propriétés mécaniques des matériaux à partir de la connaissance de leur microstructure. ▪ Partie 2 : connaître les structures et les propriétés mécaniques des matériaux obtenus à partir d'objets de la Physique de la matière molle par procédé sol-gel. Savoir caractériser des matériaux viscoélastiques par la rhéologie.
contenu	<p>Partie 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ états des matériaux, défauts dans les solides, ▪ élasticité linéaire et origine atomique, Loi de Hooke, ▪ plasticité : système de glissement, dislocations, mécanisme de durcissement, ▪ défaillance : mécanisme de rupture, fatigue. <p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ procédés sol-gel (voie colloïdale, voie polymérique) pour la production de matériaux poreux et de films, dispersion de particules, interactions interparticulaires, micellisation, émulsions, arrangement fractal, transition sol-gel, percolation, milieu poreux. Applications industrielles. Rhéophysique : cisaillement, fluage, sollicitation harmonique, modèles mécaniques, viscoélasticité linéaire, thixotropie.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪ ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	O. Rozenbaum

S6 Optique et Laser	
prérequis	Mathématiques des distributions et transformées de Fourier, optique ondulatoire, réflexion et transmission dans les milieux.
objectifs	<p>L'objectif de ce module est d'apporter aux étudiants une méthodologie de manipulation du filtrage optique, de la formation des images en fonction de la cohérence de la lumière basées sur l'analyse de Fourier.</p> <p>Cette optique de Fourier dans le visible sera ainsi un outil adaptable à l'optique dans d'autres gammes d'énergies photoniques mais aussi en microscopie électronique, ionique ou en traitement du signal.</p> <p>Le complément expérimental indispensable à cet enseignement sera donné dans le module « Physique expérimentale 2 » du même semestre.</p>
contenu	<p>Dans un Formalisme de Fourier appliqué à l'optique : Diffraction de la lumière par une ouverture, Principe de Huygens-Fresnel, Diffraction de Fresnel et de Fraunhofer, Cohérence temporelle, Spectroscopie par transformée de Fourier, Cohérence spatiale, Interférométrie, Systèmes optiques complexes, Speckle et cohérence spatio-temporelle, Pouvoir de résolution et justification du critère de Rayleigh, Filtrage et formation des images, effet de cohérence, striescopie et contraste de phase, Holographie et applications.</p> <p>Oscillation laser dans une cavité : modes longitudinaux, gain laser et inversion de population. Propriétés spectrales, rôle de la diffraction : modes transverses, classes de lasers, lasers continus et pulsés</p>
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ P Pellat-Finet, Optique de Fourier: Théorie métaxiale et fractionnaire, Springer-Verlag, Paris, 2009 ▪ J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Mc Graw-Hill, 2009
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	P. Andréazza



S6**Mécanique des Milieux Denses**

prérequis

Notions de cristallographie, thermodynamique classique, problème aux valeurs propres et aux vecteurs propres.

objectifs

Connaître la description des propriétés élastiques par les constantes élastiques et être capable d'exprimer toutes les propriétés élastiques en fonction de celles-ci. Savoir relier les propriétés élastiques aux vitesses et polarisations des ondes de déformation. Définir l'effet des symétries du milieu sur une grandeur exprimée par un tenseur.

Comprendre comment la description des propriétés mécaniques dans un milieu modélisé comme continu est en parfaite cohérence avec la description donnée en prenant en compte la discontinuité de la matière.

Maîtriser l'outil tensoriel.

contenu

- vecteurs, tenseurs, problèmes relatifs aux changements de repères, symétries
- propriétés élastiques de la matière : élasticité statique, élasticité dynamique
- vibrations atomiques, phonons.

bibliographie

- M. Rousseau, A. Désert et M. Henry, Physique des matériaux : Systèmes anisotropes. Représentations, propriétés physiques simples et couplées, ed. Ellipse, coll. TechnoSup, 2012
- E. Dieulesaint et D. Royer, Ondes élastiques dans les solides, application au traitement du signal, Masson, 1996
- Neil-W Ashcroft, N-David Mermin, Physique des solides, EDP Sciences, 2002
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8e édition, John Wiley & Sons, 2005 ou la version française de la 8ème édition : Physique de l'état solide françaises, Dunod, (2007)
- M. Fourar et C. Cheze, Mécanique des milieux déformables, équations générales, solides élastiques, fluides, turbomachines, Ellipses, 2002
- P. Agati, F. Lerouge et M. Rosseto, Résistance des matériaux, Dunod, 1999
- R. Feynman, Cours de Physique, Electromagnétisme Tome 2, Chap. 31, 38 et 39, on en trouvera la dernière

	<p>édition française, datée de 2013, chez Dunod. Ce magnifique document pédagogique a été rédigé le Prix Nobel de Physique 1965, à partir des notes prises par ses étudiants lors de ses leçons.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ G. Faini, H. Courtois, S. Matzen, C. Py, P. Seneor et al., Mémo visuel de Physique : l'essentiel en fiches (Licence-Prépas-CAPES), Dunod, 2017 ▪ J. Lemaitre et J.-L. Chabche, Mécanique des matériaux solides, Dunod, 1996
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	Y. Vaills

S6 Immersion recherche	
prérequis	Niveau de base en physique de fin de S5.
objectifs	Connaissance du métier de chercheur ou d'enseignant et de la vie d'un laboratoire de recherche ou d'un service pédagogique à travers une immersion et un travail ciblé dans cet environnement.
contenu	<p>Cette unité d'enseignement pourra prendre différentes formes qui permettront à l'étudiant de s'immerger dans un environnement professionnel de recherche ou pédagogique, comme un stage d'immersion en laboratoire de recherche (bibliographique, expérimentale, numériques, théoriques, analyse de données) ou un stage pédagogique associé à une formation (mise en place de nouvelles expériences de travaux pratiques, développement à de nouvelles activités pédagogiques et de communication autour des formations...) pour les étudiants désirant s'orienter vers les carrières de l'enseignement.</p> <p>Le travail accompli sera évalué sous la forme d'une affiche (évaluée lors d'une session poster) et d'un article scientifique en anglais pour les stages en laboratoire ou une fiche descriptive d'expériences pour les stages pédagogiques.</p>
bibliographie	
ressources pédagogiques	
responsable UE	P. Andrezza

S6 Physique expérimentale 2	
prérequis	Physique semestre 5 et partiellement 6.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appréhender les notions théoriques et les phénomènes physiques vus en cours et travaux dirigés tant pour les modules communs que pour les modules d'option durant le semestre par le biais d'expériences pratiques. ▪ Consolider les compétences dans l'exploitation scientifique de données expérimentales ainsi que dans la rédaction de compte rendu d'expériences.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tronc commun : mesures des déformations et contraintes par jauge d'extensiométrie et simulations avec un logiciel d'éléments finis, filtrage optique. ▪ UE optionnelles P : polarisation, des guides d'onde et des lasers, étude des phénomènes d'interférence, diffraction, pendules couplés. ▪ UE optionnelles SI : utilisation de FPGA, traitement du signal, asservissement de vitesse, de température ...
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	L. Jourdain, J.-L. Rouet

S6**Simulations d'expériences et Calcul Scientifique**

prérequis	Notions mathématiques sur les équations différentielles et les les équations aux dérivées partielles, notions de bilan de flux local, approche de la modélisation en physique.
objectifs	<ul style="list-style-type: none">▪ Appréhender, utiliser des méthodes numériques pour la résolution d'équations aux dérivées partielles.▪ Maîtrise de l'utilisation d'un logiciel de calcul scientifique et de son utilisation pour simuler des phénomènes physiques simples et couplés.
contenu	<ul style="list-style-type: none">▪ Introduction à la résolution numérique des équations aux dérivées partielles (EDP).▪ Maillage et types d'éléments finis, modélisation géométrique, modèles paramétrés et associatifs, variables, expressions et tables.▪ Prise en main d'un logiciel de type éléments finis ou volumes finis (Comsol), interfaces graphiques pour la modélisation et la simulation, export des résultats et génération de rapports, visualisation et post-traitement des résultats.▪ Applications par exemple aux transferts thermiques, au couplage thermo-mécanique et électro-thermique.▪ Travaux Pratiques : plaque mince chauffée, ailette thermique, MEMS, problèmes d'électrostatique, de magnétostatique, de mécanique, etc...
bibliographie	<ul style="list-style-type: none">▪▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">▪
responsable UE	N. Semmar, F. Piazza

S6 Relativité et physique sub-atomique

prérequis

Mécanique du point, électromagnétisme dans le vide, mécanique quantique.

objectifs

- Acquérir les bases de la relativité restreinte et de la physique subatomique pour pouvoir les appliquer à des phénomènes de la physique en général,
- Introduire à la physique moderne et notamment à la relativité générale, l'électrodynamique, la physique des particules,
- voir les applications en science et ingénierie (GPS),
- se mesurer intellectuellement avec les conséquences d'une démarche scientifique que révolutionne les notions du temps et espace.

contenu

- Relativité : principe de relativité expérience de Michelson-Morley, transformations de Lorentz-Poincaré (TLP), dilatation du temps, contraction de la longueur, cône de lumière et l'espace-temps, invariants relativistes, quadrivecteurs et mécanique relativiste, relation et conservation énergie-masse, Doppler relativiste, électromagnétisme : tenseur du champ, équations de Maxwell sous forme tensorielle, invariance TLP, principe d'équivalence, courbure de l'espace-temps.
- Physique subatomique : noyaux et radioactivité, énergie du quantum de Planck et relativité restreinte, forces faible et forte, énergie de liaison, comparaison entre les quatre interactions fondamentales (électromagnétisme, gravitation, faible, forte), familles des particules, Modèle Standard des particules élémentaires (fermions et bosons), accélérateurs et collisionneurs.

bibliographie

- J. Hladik, M. Chrysos, Introduction à la relativité restreinte, Dunod, Sciences sup, 2007
- J.-P. Perez, Relativité restreinte et générale, fondements et applications, 3^e ed., Dunod, 2016
- Landau L., Lifshitz E, Théorie des champs, MIR, Moscou, 1982 (niveau avancé)

ressources
pédagogiques

-

responsable UE

A. Spallicci

S6 Mécanique analytique	
prérequis	Vecteurs et espace vectoriel, cinématique (courbes dans l'espace, coordonnées curvilignes, repères locaux), mécanique du point et du solide.
objectifs	Développer des connaissances approfondies des systèmes mécaniques classiques, en particulier des principes fondamentaux et leurs applications à la solution de problèmes concrets. Préparer les liens avec la mécanique quantique et la physique statistique.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dynamique de Newton avec contraintes (principes de d'Alembert et Gauss), ▪ dynamique de Lagrange (motivation, coordonnées généralisées, équations de mouvement), ▪ vibrations et modes normaux, ▪ lois de conservation et symétries (quantités de mouvement, moment cinétique et énergie), ▪ approche variationnelle à la mécanique de Lagrange, ▪ principe de la moindre action, ▪ mécanique de Hamilton, crochets de Poisson, espace de phases.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L. Landau, E. Lifchitz, Physique théorique - Mécanique, 4e ed., Ellipses, Collection MIR, 1997 ▪ H. Goldstein, C.P. Poole Jr., J. L. Safko, Classical Mechanics, 3e ed., Pearson New International Edition, 2014
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	I. Rannou

S6	Traitement du signal et contrôle des systèmes linéaires
prérequis	Série de Fourier, transformée de Fourier, transformée de Laplace.
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Connaître et utiliser quelques méthodes de traitement du signal, ▪ Modélisation, analyse et synthèse des systèmes asservis linéaires continus.
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ classification des signaux ▪ systèmes linéaires, réponse impulsionnelle, convolution ▪ fonction de corrélation, définition, autocorrélation, intercorrélation, applications : détection par corrélation d'un signal noyé dans du bruit, ▪ identification de réponse impulsionnelle, ▪ mesure de retard par intercorrélation. ▪ Transformée de Fourier (TF), définition, relation avec la série de Fourier, propriétés, distribution et TF du dirac, TF des sinus et cosinus, applications : filtrage, détection de vibrations. ▪ Systèmes linéaires (suite) : fonction de transfert isochrone, courbes de Bode, réponse temporelle et fréquentielle des systèmes du 1er et 2e ordre. ▪ notion d'automatique linéaire continue : précision, stabilité et compensation des systèmes asservis.
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ J. Max, J.-L. Lacoume, Méthodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques T1, 5^e ed., Masson, Paris, 1996 ▪ P. Prouvost, Automatique, contrôle et régulation, Dunod, Paris, 2004
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪
responsable UE	T. Dudok de Wit, J.-L. Rouet

S6 Systèmes informatiques et applications	
prérequis	électronique
objectifs	Connaître les circuits programmables et le langage de programmation des circuits FPGA
contenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ introductions aux circuits programmables : CPLD, FPGA, µcontrôleur, µprocesseur, ▪ architecture des circuits programmables, ▪ langage de programmation matériel VHDL, ▪ modélisation de fonctions numériques en VHDL (description, test), ▪ intégration de fonctions numériques sur FPGA (synthèse logique).
bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪
ressources pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ plateforme de développement FPGA ▪ polycopié numérisé
responsable UE	Y. Kebbati