

Information générale

Objectifs	L'objectif de ce parcours de M2 est de préparer les étudiants à la thèse dans une équipe de recherche de SUBATECH ou de tout autre laboratoire équivalent en France (IN2P3/CNRS) ou à l'étranger. La structure de la matière, des noyaux atomiques aux quarks ainsi que les interactions fondamentales de l'univers sont étudiées en détail aussi bien d'un point de vue théorique qu'expérimental. Les techniques permettant de mettre en œuvre des détecteurs de particules complexes sont présentées et étudiées. La maîtrise des outils de simulation et des techniques d'analyses de données prend aussi une part importante de la formation. Ce parcours s'appuie essentiellement sur les compétences des enseignants-chercheurs et chercheurs du Laboratoire SUBATECH. Les secteurs professionnels d'insertions sont ceux de la recherche fondamentale et académique tels que les Universités, le CNRS/IN2P3, le CERN mais aussi dans le secteur privé où les compétences de ce diplôme sont appréciées (calculs et simulations numériques, nucléaire, informatique, aéronautique...)
Responsable(s)	MASBOU JULIEN
Mention(s) incluant ce parcours	master Physique Fondamentale et Applications
Lieu d'enseignement	
Langues / mobilité internationale	
Stage / alternance	
Poursuite d'études / débouchés	
Autres renseignements	
Conditions d'obtention de l'année	L'année est validée si la partie théorique (1er semestre) est validée en première ou deuxième session (moyenne supérieure ou égale à 10/20) et si l'UE correspondant au stage (2ème semestre) est également validée avec une note supérieure ou égale à 10/20.

Programme

1 ^{er} SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
Groupe d'UE : Parcours RPS (23 ECTS)								
Astroparticules (X3PS010)	913 18 MA 3 PHY UE 1322	2	9	0	9	0	2	20
PROJET experimental (X3PS020)	913 19 MA 3 PHY UE 1325	3	0	0	0	22	8	30
Noyaux et collisions (X3PS030)	913 18 MA 3 PHY UE 1323	4	22	0	22	0	4	48
Modèle standard (X3PS040)	913 18 MA 3 PHY UE 1317	5	27	0	27	0	6	60
PROJET simulation theorique (X3PS050)	913 18 MA 3 PHY UE 1326	1	0	0	0	4	6	10
Détection et analyse de données (X3PS060)	913 18 MA 3 PHY UE 1321	4	16	0	16	16	6	54
Théorie classique et quantique des champs (X3PS070)	913 18 MA 3 PHY UE 1324	4	22	0	22	0	4	48
Groupe d'UE : Tronc commun (6 ECTS)								
Simulation, Modelisation (X3PP020)	913 18 MA 3 PHY UE 1815	3	3	0	0	24	3	30
Nuclei and Radiations (X3PP010)	913 18 MA 3 PHY UE 1813	2	8	0	8	0	2	18
ANGLAIS Professionnel (X3PP030)	913 18 MA 3 LA UE 1945	1	0	0	0	12	0	12
Groupe d'UE : Tronc commun - UEC (1) (1 ECTS)								
Monde du Travail (X3PPIMT)	18 MA 3 PHY UE 1881	1	0	0	20	0	0	20
Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)	913 18 MA 1 CLI UE 1429	1	18	0	0	0	7	25
Groupe d'UE : UE libres (0 ECTS)								
Méthodes statistiques (X1PP050)	913 18 MA 1 PHY UE 689	0	8	0	6.67	6.67	2.66	24
Interaction rayonnement matière (X1PP080)	913 18 MA 1 PHY UE 933	0	8	0	6.67	0	1.33	16
Préparation au toeic (X3LA010)	913 18 MA 3 LA UE 1950	0	0	0	0	0	0	0
Astrophysique et cosmologie (X2PP050)	913 18 MA 2 PHY UE 937	0	6.67	0	6.67	0	1.66	15
	Total	30						

2 ^{ème} SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix (30 ECTS)								
Stage (X4PP010)	913 18 MA 4 PHY UE 1116	30	0	0	0	0	0	0
Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PP020)	913 18 MA 4 PHY UE 2159	30	0	0	0	0	0	0
	Total	30						

Modalités d'évaluation

X3PS010 Astroparticules		Nb d'ECTS	2					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	0	0	2	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0	2	2
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	2	2
	2	0	0	0	0	0	2	2

X3PS020 PROJET experimental		Nb d'ECTS	3					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	1.5	1.5	0	0	0	0	3
	2	1.5	1.5	0	0	0	0	3
Dispensé d'assiduité	1	1.5	1.5	0	0	0	0	3
	2	1.5	1.5	0	0	0	0	3

X3PS030 Noyaux et collisions		Nb d'ECTS	4					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	4	0	0	0	0	0	4
	2	0	0	0	4	0	0	4
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	4	0	0	4
	2	0	0	0	4	0	0	4

X3PS040 Modèle standard		Nb d'ECTS	5					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	5	0	0	0	0	0	5
	2	0	0	0	5	0	0	5
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	5	0	0	5
	2	0	0	0	5	0	0	5

X3PS050 PROJET simulation theorique		Nb d'ECTS	1					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	0	0.5	0.5	0	0	0	1
	2	0	0.5	0.5	0	0	0	1
Dispensé d'assiduité	1	0	0.5	0.5	0	0	0	1
	2	0	0.5	0.5	0	0	0	1

L'étudiant DA doit faire un projet pour valider l'UE.

X3PS060 Détection et analyse de données		Nb d'ECTS	4					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	0	2	2	0	0	0	4
	2	0	2	0	0	0	2	4
Dispensé d'assiduité	1	0	2	0	0	0	2	4
	2	0	2	0	0	0	2	4

X3PS070 Théorie classique et quantique des champs		Nb d'ECTS	4					
		Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef
Ordinaire	1	4	0	0	0	0	0	4
	2	0	0	0	4	0	0	4
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	4	0	0	4
	2	0	0	0	4	0	0	4

X3PP020 Simulation, Modelisation	Nb d'ECTS	3							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	3	0	0	0	0	3	
	2	0	3	0	0	0	0	3	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	3	0	0	3	
	2	0	0	0	3	0	0	3	

X3PP010 Nuclei and Radiations	Nb d'ECTS	2							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	2	0	0	0	0	0	2	
	2	2	0	0	0	0	0	2	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	2	0	0	2	
	2	0	0	0	2	0	0	2	

X3PP030 ANGLAIS Professionnel	Nb d'ECTS	1							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	0.5	0.5	0	0	0	1	
	2	0	0.5	0.5	0	0	0	1	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	1	1	
	2	0	0	0	0	0	1	1	

X3PPIMT Monde du Travail	Nb d'ECTS	1							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	1	0	0	0	0	0	1	
	2	1	0	0	0	0	0	1	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	1	0	0	1	
	2	0	0	0	1	0	0	1	

X1LI010 Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale	Nb d'ECTS	1							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0.5	0	0.5	0	0	0	1	
	2	0	0	0	1	0	0	1	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0.5	0	0.5	1	
	2	0	0	0	1	0	0	1	

X1PP050 Méthodes statistiques	Nb d'ECTS	0							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

X1PP080 Interaction rayonnement matière	Nb d'ECTS	0							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

X3LA010 Préparation au toEIC	Nb d'ECTS	0							
			Contrôle continu			Examen			
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

X2PP050 Astrophysique et cosmologie	Nb d'ECTS	0							
		Contrôle continu			Examen				
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	

X4PP010 Stage	Nb d'ECTS	30							
		Contrôle continu			Examen				
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	9	9	12	0	0	0	30	
	2	9	9	12	0	0	0	30	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Pas de dispense d'assiduité pour le stage Master 2 .									

X4PP020 Périodes de formation alternées en milieu pro.	Nb d'ECTS	30							
		Contrôle continu			Examen				
REGIME	Session	Ecrit	Pratique	Oral	Ecrit	Pratique	Oral	Total coef	
Ordinaire	1	9	9	12	0	0	0	30	
	2	9	9	12	0	0	0	30	
Dispensé d'assiduité	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	
Pas de dispense d'assiduité pour l'alternance									

Description des UE

913 18 MA 3 PHY UE 1322	Astroparticules (X3PS010)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Astroparticules (X3PS010)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	MASBOU JULIEN
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Appréhender les enjeux théoriques et expérimentaux de la physique des astroparticules - Appliquer ses connaissances de physique à la connaissance de l'univers - Analyser des publications scientifiques en vue de présenter à l'oral un enjeu du domaine
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> - Découverte des rayons cosmiques - Rayons cosmiques chargés - Accélération des rayons cosmiques - Propagation des rayons cosmiques - Rayons Gamma - Neutrinos - Ondes gravitationnelles
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 18h Répartition : CM : 9h TP : 0h TD : 9h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	

913 19 MA 3 PHY UE 1325	PROJET experimental (X3PS020)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	PROJET experimental (X3PS020)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	YERMIA FREDERIC
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)

Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborer un système de détection expérimental de physique nucléaire / astroparticules - Mettre au point l'expérience de détection avec le matériel proposé - Analyser les mesures avec les outils appropriés : méthodes statistiques, simulations, ROOT,... - Juger ses résultats et tester ses hypothèses. - Ecrire un compte-rendu sous la forme d'un article scientifique avec LaTeX
Contenu	Concevoir puis construire un expérience de physique nucléaire / astroparticules. Analyser les données afin de répondre à la problématique posée.
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 22h Répartition : CM : 0h TP : 22h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (8h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1323	Noyaux et collisions (X3PS030)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Noyaux et collisions (X3PS030)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	ROYER GUY
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de l'unité d'enseignement Noyaux et Collisions du M2 ARS-RPS l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - saura appliquer et développer les modèles nucléaires statiques et dynamiques existants, notamment la mécanique quantique et la seconde quantification. - saura décrire théoriquement et étudier expérimentalement les différentes réactions nucléaires de basses énergies existantes ou créées artificiellement, notamment celles qui sont relatives aux noyaux exotiques et aux noyaux superlourds. - saura étudier théoriquement et expérimentalement le plasma de quarks et de gluons. - saura proposer des projets d'expériences et utiliser les dispositifs expérimentaux.

Contenu	<p>1- Modèle du noyau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modèle de la goutte et de la gouttelette liquide ; Modèle en couches (déformé) ; Modèle de Thomas-Fermi • La fission, la fusion, les noyaux exotiques et les superlourds, problématique des masses nucléaires, décroissance bêta • Mouvement collectif de rotation du noyau, superdéformation et hyper-déformation <p>2 - Problème à N-corps</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction aux phénomènes de transport • Mécanique Classique, Equation de Liouville • Ensembles Statistiques classiques, Fonctions de distribution réduites • Evolution des fonctions de distribution, Théorie Linéaire des Plasmas neutres • Corrélations Classiques • Equation de Boltzmann, Dynamique des fluides • Plasmas et équations cinétiques • Ensembles Statistiques quantiques, matrices densité réduites • Transitions de Phases • modèles microscopiques : Hartree-Fock, HFB, RPA, TDHF, RMF, E-TDHF • Evolution des opérateurs densité, liquides de Fermi • Corrélations Quantiques • Théorie cinétique relativiste <p>3 - Applications :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modes collectifs de vibration : les résonances géantes, et leur devenir dans les noyaux exotiques. • Théorie des réactions : réactions directes, réactions du noyau composé, Application à l'aval du cycle électronucléaire • Implications dans la nucléosynthèse stellaire • Structure des noyaux exotiques, diffusion élastique, inélastique, réaction de transfert • Multi-fragmentation, croûte des étoiles à neutrons... • Collision Ions Lourds Ultra-Relativistes, Modèle de Bjorken et Plasma de Quarks et de Gluon
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 44h Répartition : CM : 22h TP : 0h TD : 22h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1317	Modèle standard (X3PS040)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Modèle standard (X3PS040)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	GOUSSET THIERRY
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Calculer des sections efficaces différentielles à partir des règles de Feynman pour l'interaction étudiée (QED :électrodynamique quantique, QCD : chromodynamique quantique et interaction faible) - Analyser la phénoménologie des sections efficaces calculées. - Connaître les aspects expérimentaux associés pour quelques mesures emblématiques du domaine.

Contenu	<p>1. QED</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappels de relativité, électromagnétisme • Equation de Klein-Gordon, équation de Dirac • Interaction particule - champ électromagnétique, sections efficaces • Etude de quelques réactions élémentaires : diffusion électron-électron, diffusion Compton, annihilation e+e- <p>2. QCD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagrammes à boucles et variation du couplage • Diffusions électron-proton élastiques et profondément inélastiques • Modèle des partons, le scaling et sa violation, équations d'évolution • Jets et autres observables QCD dans les collisions e+e- et hadroniques <p>3. L'interaction faible</p> <ul style="list-style-type: none"> • Désintégration bêta, modèle de Fermi et bosons intermédiaires • Symétrie de jauge : QED et QCD, unification électrofaible, brisure spontanée • Le modèle standard de Weinberg-Salam et au-delà : les neutrinos, la violation de CP <p>4. Aspects expérimentaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesure de précision en électrodynamique, moment magnétique anormal de l'électron et du muon, observables de polarisation, facteurs de forme du proton • Diffusion S et son π profondément inélastique, rapport R et observation des jets, évolution, processus durs dans les collisions d'ions lourds • Phénoménologie de l'interaction faible, la violation de CP dans les expériences, la recherche du boson de Higgs et les expériences neutrino
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 54h Répartition : CM : 27h TP : 0h TD : 27h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (6h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1326	PROJET simulation theorique (X3PS050)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	PROJET simulation theorique (X3PS050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	GOUSSET THIERRY
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Entreprendre en autonomie l'étude d'un problème avancé de section efficace différentielle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - calcul à partir des règles de Feynman ou à l'aide d'un logiciel, - mise en place de tirages Monte-Carlo suivant la section efficace. <p>Travailler en groupe.</p> <p>Exploiter la littérature scientifique en langue anglaise.</p>
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 4h Répartition : CM : 0h TP : 4h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (6h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1321	Détection et analyse de données (X3PS060)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Détection et analyse de données (X3PS060)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	MASBOU JULIEN
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaître les principes de fonctionnement de capteurs de particules - Décomposer le fonctionnement d'expériences de physique des particules / astroparticules - Critiquer des résultats expérimentaux après présentation du processus de détection - Analyser des publications scientifiques en vue de présenter à l'oral un système de détection
Contenu	<p>1) Accélérateurs et Collisionneurs en Physique des Particules</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement d'un accélérateur - Différents types d'accélérateurs - Différents types de faisceaux - La luminosité et sa détermination - L'énergie utile - Une vue d'ensemble du LHC - Un exemple de chaîne d'accélérateurs : le Tevatron à Fermilab - Les faisceaux secondaires <p>2) Les détecteurs en physique subatomique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques générales - Fonctionnement des détecteurs <ul style="list-style-type: none"> -- Ionisation dans les gaz -- Ionisation dans les solides -- Emission de lumière - Techniques de détection <ul style="list-style-type: none"> -- Détecteurs de traces et mesure de l'impulsion -- Calorimétrie électromagnétique / hadronique -- Identification des particules - Détecteurs complets <p>3) Exemple d'expériences</p> <p>4) Analyse de données Méthodes - outils</p> <p>5) Electronique, systèmes de déclenchement (trigger), Acquisition de données</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 48h Répartition : CM : 16h TP : 16h TD : 16h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (6h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1324	Théorie classique et quantique des champs (X3PS070)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Théorie classique et quantique des champs (X3PS070)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master

Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	GOUSSET THIERRY
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le formalisme de Lagrange pour les champs scalaires, vectoriels et de spin 1/2 (calcul des équations du mouvement et des densités de courant de Noether). - Analyser les solutions de type ondes planes pour une théorie sans interaction. - Connaitre les règles de la quantification canonique des champs. - Employer la théorie des perturbations pour les champs en interaction en vue de mettre en place les règles de Feynman correspondantes.
Contenu	<p>1 -Théorie Classique des champs</p> <p>2 -Quantification du champ scalaire libre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantification du champ scalaire • Symétries quantiques • Le champ scalaire vu comme un système d'oscillateurs harmoniques et le tenseur d'impulsion énergie • Solutions physiques de type particule et interprétation (système de pions) • Propagateur du champ scalaire <p>3 -Quantification des champs de Dirac et des champs de spin 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le spin et le groupe de Poincaré • Représentations unitaires du groupe de Poincaré • Solutions massives et de masse nulle • Rappels sur l'invariance de Gauge • Quantification des champs de spin 1/2 et 1 • Propagateur et interprétation physique. <p>4 - Champs en interactions (approches « perturbatives »)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation de quelques lagrangiens d'interaction (issus de la théorie des particules élémentaires, mais aussi « effectifs », comme le modèle de Walecka en physique nucléaire). • Conséquences des interactions sur les quantités et observables physiques • Une observable élémentaire : la diffusion élastique $pN \rightarrow pN$ • Théorème de réduction de Wick • Diagrammes et règles de Feynman (applications à la QED, à la QCD et à un modèle effectif en physique nucléaire) • Calcul de la matrice S et de sections efficaces en théorie des champs
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 44h Répartition : CM : 22h TP : 0h TD : 22h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (4h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1815	Simulation, Modelisation (X3PP020)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Simulation, Modelisation (X3PP020)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	

Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 CMI-INA, M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	- Comprendre les principes de la méthode Monte Carlo - Connaître les logiciels de transport de particules MCNP et GEANT4 - A partir d'un scénario réel, élaborer un modèle en tenant compte des paramètres de physique les plus pertinents, puis le simuler à l'aide des codes MCNP et/ou GEANT4
Contenu	1. Outils mathématiques <ul style="list-style-type: none"> • méthodes d'analyse statistique des données • outils mathématiques pour l'analyse et de traitement d'images 2. Simulation <ul style="list-style-type: none"> • principe des codes de calcul type Monte-Carlo • présentation des principaux codes utilisés (MCNP, GEANT4, ...) 3. Projet de Simulation en lien avec l'UE Projet Transversal Projet transversal de simulation sur un cas lié à une problématique en relation avec les thèmes abordés dans le master.
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 27h Répartition : CM : 3h TP : 24h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (3h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 PHY UE 1813	Nuclei and Radiations (X3PP010)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Nuclei and Radiations (X3PP010)
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 CMI-INA, M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Etre capable de comprendre les fondamentaux de la physique des accélérateurs, les différentes technologies et les applications majeures employées
Contenu	Introduction aux accélérateurs (Introduction to Accelerators) <ul style="list-style-type: none"> - Principes généraux (relativité, accélération) et historique sur les accélérateurs - De l'électromagnétisme et des cavités radio-fréquence - La dynamique longitudinale dans les accélérateurs - La dynamique transverse des paquets de particules - Des cyclotrons classiques aux cyclotrons à champs azimutal variant - Les synchrotrons et sources de lumières - Les sources de particules électrons et ioniques - Le vide - Les applications: de la production des radio-isotopes aux collisionneurs
Méthodes d'enseignement	

Volume horaire total	TOTAL : 16h Répartition : CM : 8h TP : 0h TD : 8h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (2h)
Bibliographie	

913 18 MA 3 LA UE 1945	ANGLAIS Professionnel (X3PP030)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	ANGLAIS Professionnel (X3PP030)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 CMI-INA,M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TP : 12h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

18 MA 3 PHY UE 1881	Monde du Travail (X3PPIMT)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Monde du Travail (X3PPIMT)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 CMI-INA
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<p>Programme - Contenu de l'UE :</p> <p>Comprendre les entreprises et les organisations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les grandes modes d'organisations • Le fonctionnement du monde hospitalier • Le fonctionnement du monde de la recherche • La gestion des risques dans le monde médical et industriel <p>Droit du travail Rechercher un stage ou un emploi</p>
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 20h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 20h CI : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

913 18 MA 1 CLI UE 1429	Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Management à Visée Innovante et Entrepreneuriale (X1LI010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	master
Semestre	1
Responsable de l'unité d'enseignement	GODARD OLIVIER
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	<p>M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M2 Ingénierie Statistique (IS),M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M2 Mécanique et Fiabilité des Structures,M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 CMI-ICM,M2 CMI-IS,M2 Sciences des aliments,M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 CMI-ICM,M1 Sciences Biologiques,M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Algèbre et Géométrie (MFA-AG),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Analyse et Probabilités (MFA-AP),M2 Nutrition humaine-Développement des Aliments Santé (NH-DAS),M2 Systèmes Electroniques Embarqués Communicants,M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) ,M1 Bioinformatique/Biostatistique,M2 Capteurs Intelligents et Qualité des Systèmes Electroniques,M2 CMI-INA,M2 Sciences et techniques aux époques moderne et contemporaine,M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Data Science (DS) ,M1 Visual Computing (VICO),M1 CMI-OPTIM</p>
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p><i>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • avoir des compétences transversales pour qu'il soit acteur de son avenir professionnel. • maîtriser des outils méthodologiques de management et de gestion de projet de façon pratique. • connaître les outils de base du management d'équipe en les ayant vécu dans son projet • maîtriser des outils de construction de valorisation économique d'un projet innovant • construire un projet valorisable économiquement au sein d'une équipe. • avoir des compétences transversales telles que manager un projet, s'exprimer en public lors de la présentation du projet devant un jury • communiquer à l'écrit selon les règles normalisées de l'entreprise, être en mesure d'identifier les besoins des entreprises en lien avec son projet, être force de proposition dans ses futures fonctions professionnelles.

Contenu	Autour d'une formation de 25 heures et d'un accompagnement spécifique par projet, l'étudiant aura la possibilité d'identifier une thématique ou un projet de recherche pouvant s'inscrire dans une démarche de valorisation économique. Selon un programme de formation reprenant 49 actions pour entreprendre en lien avec l'innovation, l'étudiant bénéficiera d'un accompagnement spécifique en fonction des besoins rencontrés. Les livrables attendus sont un Business Model, un business Plan et un elevator pitch de 10 minutes présentés devant un jury composé de 2 membres universitaires et d'un membre extérieur reconnu pour son expertise. A la suite du concours, un prix annuel sera décerné aux trois meilleurs projets début février de chaque année.
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 18h Répartition : CM : 18h TP : 0h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (7h)
Bibliographie	

913 18 MA 1 PHY UE 689	Méthodes statistiques (X1PP050)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Méthodes statistiques (X1PP050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	1
Responsable de l'unité d'enseignement	MASBOU JULIEN
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M1 Physique, M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 CMI-INA, M1 CMI-INA
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	- Appliquer la statistique adaptée à des variables indépendantes pour en extraire l'information utile - Estimer et quantifier les incertitudes d'un jeu de données - Juger la pertinence d'un modèle mathématique destiné à décrire les observations
Contenu	- Probabilités - Variables aléatoires, continues/discrètes - Théorème de Bayes - Théorème Central limite - Statistique de Bernoulli / Poisson / Gaus / Loi Binomiale - Erreurs statistiques / systématiques - Propagation des erreurs - Maximum de vraisemblance - Intervalle de confiance - Test du Chi2
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 21.34h Répartition : CM : 8h TP : 6.67h TD : 6.67h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (2.66h)
Bibliographie	

913 18 MA 1 PHY UE 933	Interaction rayonnement matière (X1PP080)
-------------------------------	--

Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Interaction rayonnement matière (X1PP080)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	1
Responsable de l'unité d'enseignement	EUDES PHILIPPE
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	Physique atomique et nucléaire (L3) Physique Moderne (L2) Relativité (L3)
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M1 Physique, M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 CMI-INA, M1 CMI-INA
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure (en ayant à disposition ses documents de cours et de TD) :</p> <p>Connaissance et compréhension</p> <ul style="list-style-type: none"> ● D'expliquer les différents mécanismes qui interviennent lors de l'interaction d'une particule avec la matière, cette particule pouvant être un neutron (type de réaction et section efficace associée), un photon gamma (effet photoélectrique, diffusion Compton et création de paires et sections efficaces associées) ou une particule chargée (perte d'énergie par collisions et par rayonnement de freinage). ● De décrire l'évolution de ces mécanismes selon la gamme en énergie de la particule primaire et la nature du matériau. <p>Application et analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De mettre en rapport l'ensemble de ces connaissances pour identifier les mécanismes physiques lors de la détection des gammas, des neutrons et des particules chargées dans le cadre d'exercices d'applications ● De produire et d'utiliser les résultats fournis par un logiciel de type SRIM (the Stopping and Range of Ions in Matter) pour résoudre des problèmes liés à la perte d'énergie et/ou au parcours de particules chargées dans n'importe quel type de matériau, simple ou composé ● D'utiliser les connaissances de bases qu'il aura acquises dans cette unité d'enseignement, connaissances indispensables pour aborder la physique de la détection et le principe de fonctionnement de tous les types de détecteurs en physique subatomique (cours de M2) dans les différents domaines en énergie concernés. <p>Synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De trouver l'information pertinente pour analyser du point de vue des mécanismes d'interaction mis en jeu, un problème relevant de l'interaction entre un type de rayonnement (gamma, neutron ou particules chargées) et un matériau, soit par analogie, soit par extrapolation lors d'une situation originale ● De concevoir sous forme d'un projet, une proposition de problème ou d'exercice original mettant en rapport les connaissances acquises dans les différents domaines de l'interaction rayonnement-matière

Contenu	<p>I - Interaction des particules chargées avec la matière</p> <p>1 - Introduction</p> <p>2 - Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions</p> <p>2-1 Collisions : calcul de Bohr</p> <p>2-2 Formule de Bethe-Bloch</p> <p>2-3 Analyse de la formule de Bethe</p> <p>2-4 Notion de parcours</p> <p>2-5 Perte d'énergie par collisions avec les noyaux</p> <p>2-6 Courbe de Bragg</p> <p>2-7 Comportement à très basse énergie</p> <p>2-8 Estimation pratique du TLE et de R ?</p> <p>3 - Interaction électron-matière : perte d'énergie par collisions</p> <p>3-1 Perte d'énergie par collision</p> <p>3-2 Rayonnement de freinage</p> <p>3-3 Perte d'énergie totale - Importance des deux effets</p> <p>3-4 Parcours des électrons - Cas d'un faisceau mono-énergétique</p> <p>II - Interaction des photons gammas avec la matière</p> <p>1 - Les différents mécanismes d'interaction</p> <p>2 - L'effet photoélectrique</p> <p>2-1 Description du processus - Fluorescence X - Emission Auger</p> <p>2-2 Distribution en énergie des électrons</p> <p>2-3 Section efficace associée</p> <p>3 - La diffusion Compton</p> <p>3-1 Description du processus et rappel de la cinématique</p> <p>3-2 Distribution en énergie des électrons</p> <p>3-3 Sections efficaces différentielles</p> <p>3-4 Section efficace intégrée</p> <p>4 - Production de paires (ou Matérialisation)</p> <p>4-1 Description du processus</p> <p>4-2 Distribution en énergie des électrons</p> <p>4-3 Section efficace associée</p> <p>5 - Atténuation/Absorption des gammas dans la matière</p> <p>5-1 Section efficace totale d'interaction</p> <p>5-2 Atténuation</p> <p>5-3 Absorption</p> <p>6 - Application à la spectroscopie gamma</p> <p>6-1 Spectre en énergie observé dans un détecteur de petite taille</p> <p>6-2 Spectre en énergie observé dans un détecteur de très grande taille</p> <p>6-3 Spectre en énergie observé dans un détecteur de taille intermédiaire</p> <p>6-4 Exemples de spectres réels</p> <p>6-5 Influence du type de détecteur</p> <p>III - Gerbes électromagnétique et hadroniques</p> <p>1 - Gerbes électromagnétiques</p> <p>2 - Gerbes hadroniques</p> <p>2-1 Collisions de deux hadrons à haute énergie</p> <p>2-2 Schématisation d'une gerbe hadronique</p> <p>2-3 Les gerbes atmosphériques</p> <p>IV - Interaction des neutrons avec la matière</p> <p>1 - Classement des neutrons</p> <p>2 - Principales réactions induites par les neutrons : caractéristiques et sections efficaces</p> <p>3 - Modération des neutrons - Spectroscopie</p> <p>3-1 Cinématique de la diffusion élastique n-Noyau</p> <p>3-2 Modération des neutrons</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Interprétation cinématique ● Distribution en énergie des neutrons diffusés ● Léthargie et paramètre de ralentissement ● Applications : détection et réacteurs <p>3-3 Spectroscopie de neutrons</p>
Méthodes d'enseignement	<p>Premier semestre :</p> <p>8h CM - 8h TD (classe inversée)</p> <p>Projet : élaborer un problème/exercice sur un sujet imposé - rédiger le texte et la solution</p> <p>Second semestre :</p> <p>8h dans le cadre de l'UE intitulée Projets simulations</p>
Volume horaire total	TOTAL : 14.67h Répartition : CM : 8h TP : 0h TD : 6.67h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (1.33h)

Bibliographie	<p>Bibliographie et conseils de lecture :</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Leroy - P.G. Rancoita, Principles of radiation interaction in Matter and Detection (2004), chapter 2-3 • W. R. LEO, Techniques for nuclear and particle physics experiments, chapters 1 et 2, Springer-Verlag, ISBN 0 387 57280 5 • G.F. KNOLL, Radiation detection and measurement, chapters 1 et 2, Wiley, ISBN 0 471 61761 X • PASSAGE OF PARTICLES THROUGH MATTER - Last version : Review of particle physics 2010 - K Nakamura et al. <i>J. Phys. G 37, 7A (2010) 075021</i> http://library.web.cern.ch/library/library/RPP.html • Physics Reference Manual : Version: geant4 9.4 (17 December, 2010) http://geant4.web.cern.ch/geant4/support/userdocuments.shtml • Theoretical and experimental aspects of the energy loss of relativistic heavily ionizing particles - <i>Reviews of Modern physics, Vol. 52, 121 (1980)</i>
---------------	--

913 18 MA 3 LA UE 1950	Préparation au toec (X3LA010)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Préparation au toec (X3LA010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	FST-Lombarderie
Niveau	master
Semestre	3
Responsable de l'unité d'enseignement	KERVISION SYLVIE
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	<p>M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Algèbre et Géométrie (MFA-AG),M2 Ingénierie Statistique (IS),M2 CMI-IS,M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M2 Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI),M2 Mécanique et Fiabilité des Structures,M2 Sciences et techniques aux époques moderne et contemporaine,M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS),M2 Biologie, Biotechnologie & Recherche Thérapeutique (BBRT),M2 Recherche Clinique,M2 Capteurs Intelligents et Qualité des Systèmes Electroniques,M2 Pilotage des Systèmes d'Information (PSI),M2 Génétique, Génomique & Biologie des Systèmes (GGBS),M2 CMI-ICM,M2 Gestion des Risques, Santé, Sécurité, Environnement (GRiSSE),M2 Modélisation en Pharmacologie Clinique et Epidémiologie (MPCE),M2 Biologie, Biotechnologie & Recherche Thérapeutique (BBRT),M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 CMI-INA,M2 Préparation Supérieure à l'Enseignement (PSE),M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Analyse et Probabilités (MFA-AP),M2 Nanosciences, Nanomatériaux, Nanotechnologies (CNano),M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Gestion de l'énergie,M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Dispositifs pour l'énergie,M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) ,M2 Histoire culturelle des sciences et techniques, humanités numériques et médiations,M2 Conception et Réalisation des Bâtiments,M2 Travaux Publics et Maintenance,M2 Travaux publics et Maritimes,M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT) par alternance,M2 Reliability based structural MAintenance for marine REnewable ENergy (MAREENE)</p>
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et anticiper les formats de certifications en anglais. • Compléter les réponses exigées par les tests de certifications. • Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement. <p>At the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recognize and anticipate certification formats in English. • Complete the answers required by the certification tests. • To be able to optimize their results to certifications thanks to an applied work methodology during training sessions.

Contenu	<p><i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation des formats • Exercices d'entraînement • Conseils pour optimiser son score <p><i>Prepare to obtain certification in English (objective B2 and +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation of formats • Training exercises • Tips to optimize your score
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • 200% TOEIC 2017 Listening & Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson) • TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern) • Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew) • Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)

913 18 MA 2 PHY UE 937	Astrophysique et cosmologie (X2PP050)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Astrophysique et cosmologie (X2PP050)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	2
Responsable de l'unité d'enseignement	MASBOU JULIEN SMILGA ANDREI
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M1 Physique, M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M1 CMI-INA
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les différents objets que l'on rencontre dans l'univers. - Connaître l'histoire de l'univers et faire le lien avec les cours de physique fondamentale

Contenu	<p>Astrophysique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le Soleil, la Lune, les étoiles, les planètes. • Astronomie antique : mesure de la taille de la Terre, estimations des tailles réelles du Soleil et de la Lune, systèmes géocentrique et héliocentrique. • Galilée, Kepler, Newton ; gravitation universelle. • Propriétés physiques des corps dans le système solaire. • Les étoiles. Le diagramme de Herschprung-Russel. Séquence principale, géantes rouges, naines blanches. Mesure des distances des étoiles. Propriétés physiques des étoiles. Les supernovae. Les pulsars et leurs propriétés physiques. • Masse de Plank et l'estimation des masses stellaires • Vie d'une étoile : comment brûle-t-elle ? La synthèse nucléaire, explication du diagramme de Herschprung-Russel. • Trous noirs : théorie et expérience. Le trou noir galactique. Les quasars. • Galaxies: galaxies elliptiques, spirales et irrégulières. • Amas et superamas des galaxies. <p>Evolution de l'univers :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansion de l'Univers, constante de Hubble. Le Big Bang et l'âge de l'Univers. • Rappel de la relativité restreinte. • Géométrie de l'espace courbe. • Relativité générale, équations d'Einstein. • Métrique de Schwarzschild et cinématique des trous noirs. • Solutions cosmologiques de Friedmann. Modèles ouvert et fermé. • La physique de l'Univers jeune. Asymétrie baryonique. Nucléosynthèse. • La recombinaison de l'hydrogène et le rayonnement fossile.
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 13.34h Répartition : CM : 6.67h TP : 0h TD : 6.67h CI : 0h
Enseignement à distance	oui (1.66h)
Bibliographie	

913 18 MA 4 PHY UE 1116	Stage (X4PP010)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Stage (X4PP010)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Stage de MASTER 2 : durée 4 à 6 mois en laboratoire de Recherche (RPS), en Entreprise ou service hospitalier (DMN/RIA)
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

913 18 MA 4 PHY UE 2159	Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PP020)
Information générale générales	
Intitulé de l'unité d'enseignement	Périodes de formation alternées en milieu pro. (X4PP020)
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Niveau	master
Semestre	4
Responsable de l'unité d'enseignement	
Place de l'enseignement	
Unité(s) d'enseignement pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'unité d'enseignement	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN)
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TP : 0h TD : 0h CI : 0h
Enseignement à distance	non
Bibliographie	

Dernière modification par ISABELLE BEAUDET, le 2017-04-02 18:25:20