

## Information générale

<b>Objectifs</b>	<p><b>M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)</b>  <b>Nucléaire, Physique des Particules, Astrophysique</b></p> <p>L'objectif de ce parcours de M2 est d'abord de préparer les étudiant.e.s à la thèse dans une équipe de recherche de SUBATECH ou de tout autre laboratoire équivalent en France (IN2P3/CNRS) ou à l'international. Cependant il vise également à apporter de solides compétences dans des métiers du « Data Science » ou du secteur de la technologie innovante.</p> <p><b>L'Univers dans son ensemble : exploration et mystères</b></p> <p>Le programme s'attaque aux grandes énigmes de l'Univers, depuis sa naissance jusqu'aux phénomènes les plus violents qui s'y déroulent.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>De l'infiniment petit à l'infiniment grand</b> : Des origines cosmiques aux éléments primordiaux, en passant par les trous noirs et les galaxies.</li> <li>• <b>La structure de la matière, des noyaux atomiques aux quarks</b> ainsi que les interactions fondamentales de l'univers sont étudiées en détail aussi bien d'un point de vue théorique qu'expérimental</li> <li>• <b>L'invisible décrypté</b> : Matière noire, énergie noire et neutrinos, ces constituants mystérieux de l'Univers livrent leurs secrets.</li> <li>• <b>Observer, expérimenter, simuler, analyser</b> : Des outils de pointe pour percer les mystères fondamentaux et repousser les limites de notre connaissance. La maîtrise des outils de simulation et des techniques d'analyses de données, notamment par apprentissage profond, est primordial dans la formation.</li> </ul> <p>Ce parcours s'appuie essentiellement sur les compétences des enseignants-chercheurs (Nantes Université et IMT Atlantique) et des chercheurs (CNRS) du Laboratoire SUBATECH et leurs réseaux dans les collaborations internationales</p> <p><b>Deux parcours professionnels :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recherche fondamentale et académique</b> : Préparez-vous à un doctorat dans des laboratoires de recherche renommés tels que SUBATECH, le CNRS/IN2P3, le CERN où à l'étranger.</li> <li>• <b>Secteur privé innovant</b> : Intégrer des entreprises de pointe en haute technologie ou Big Data où vos compétences seront très recherchées.</li> </ul> <p><b>Un tremplin vers une carrière passionnante :</b></p> <p>Ce Master vous ouvre les portes d'une carrière stimulante et riche en découvertes, que vous soyez passionné par la recherche fondamentale ou par l'innovation technologique (calculs et simulations numériques, Machine learning , data analysis, nucléaire, informatique, aéronautique...).</p>
<b>Responsable(s)</b>	YERMIA FREDERIC
<b>Mention(s) incluant ce parcours</b>	master Physique Fondamentale et Applications
<b>Lieu d'enseignement</b>	
<b>Langues / mobilité internationale</b>	
<b>Stage / alternance</b>	
<b>Poursuite d'études /débouchés</b>	
<b>Autres renseignements</b>	

<b>Conditions d'obtention de l'année</b>	<p>La validation du parcours respecte les M3C (Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences, anciennement MCCA) qui s'organisent selon trois niveaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau I : le Règlement Général de Contrôle des Connaissances et des Compétences (RG3C) de Nantes Université voté au CAC le 31 mars 2023,</li> <li>• Niveau II : les règles particulières de contrôle des connaissances et des compétences de la Faculté des Sciences et des Techniques votées au CG le 29 juin 2023,</li> <li>• Niveau III : les dispositions propres à chaque mention/parcours/UE/EC</li> </ul> <p>Les documents associés aux niveaux I et II sont consultables sur le Madoc Master UFR des Sciences et des Techniques -Section M3C. Les dispositions du niveau III sont précisées dans ce document.</p> <p><b>Conditions de validation de l'année propre au parcours :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Règle de compensation :</b> 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.</li> <li>• <b>Notes seuil :</b> 1/ La note des UE du tronc commun aux 3 parcours de 3 ECTS ou plus ne peut être inférieure à 8/20. Sont concernées les UE suivantes : XMS3PU440, XMS3PU460 et XMS3PU 470.</li> <li>2/ La note aux UE de spécialité de 3 ECTS ou plus ne peut être inférieure à 8/20. Sont concernées les UE suivantes : XMS3PU640, XMS3PU650, XMS3PU660</li> </ul>
--	---

# Programme

1 <sup>er</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CM (P)	CM (DS)	CM (DA)	CI	CI (P)	CI (DS)	CI (DA)	TD	TD (P)	TD (DS)	TD (DA)	TP	TP (P)	TP (DS)	TP (DA)	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : Parcours RPS (20 ECTS)</b>																				
Détection	XMS3PU610	2	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
Astroparticules et Multimessagers	XMS3PU620	1	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
PROJET: Théorie et Analyse	XMS3PU600	3	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
Noyaux et Astronucléaire	XMS3PU630	2	0	0	0	0	22	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
Modèle Standard et au delà 1	XMS3PU640	4	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
Modèle Standard et au delà 2	XMS3PU650	5	0	0	0	0	55	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	
Théorie Quantique des Champs	XMS3PU660	3	0	0	0	0	27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
<b>Groupe d'UE : Tronc commun (10 ECTS)</b>																				
M2 PFA Soft Skills	XMS3PU440	3	0	0	0	0	43	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
M2 PFA Monde du Travail	XMS3PE441		0	0	0	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
M2 PFA Qualification AGILE	XMS3PE442		0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
M2 PFA Gestion de Projet et Qualité	XMS3PE443		0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
M2 PFA Bases de Physique Nucléaire	XMS3PU450	1	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
M2 PFA Projet Ingénierie / Projet Expérimental	XMS3PU460	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	0	0	30	
M2 PFA Modélisation	XMS3PU470	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	37	37	0	0	40	
<b>Groupe d'UE : UE libres (0 ECTS)</b>																				
Méthodes statistiques	XMS1PU350	0	12	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	0	0	0	30	
M1 PFA Physique des détecteurs	XMS1PU360	0	24	18	0	0	0	0	0	0	24	18	0	0	0	0	0	0	48	
Interaction rayonnement matière	XMS1PE361		10	10	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	20	
M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1	XMS1PE362		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	16	
M1 PFA Physique des matériaux pour les Déteuteurs	XMS1PE363		6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	12	
Préparation au toiec	XMS3AU000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Modèle standard et au-delà I	XMS2PU350	0	10	10	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	20	
Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR	XMS3PU480	0	0	0	0	0	59	59	0	0	0	0	0	0	21	21	0	0	80	
mesures nucléaires et préparation de sources	XMS3PE481		0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
radioprotection	XMS3PE482		0	0	0	0	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
TP métrologie nucléaire- radiopro	XMS3PE483		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	0	0	21	
	<b>Total</b>	30																0.00	<b>425.00</b>	

2 <sup>ème</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CM (P)	CM (DS)	CM (DA)	CI	CI (P)	CI (DS)	CI (DA)	TD	TD (P)	TD (DS)	TD (DA)	TP	TP (P)	TP (DS)	TP (DA)	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix (30 ECTS)</b>																				
Stage	XMS4PU400	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Périodes de formation alternées en milieu pro.	XMS4PU410	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<b>Total</b>	30																0.00	<b>0.00</b>	

## Modalités d'évaluation

## Mention Master 2ème année

Parcours : M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)

Année universitaire 2025-2026

Responsable(s) : YERMIA FREDERIC

## REGIME ORDINAIRE

				PREMIERE SESSION								DEUXIEME SESSION								TOTAL		
				Contrôle continu				Examen				Contrôle continu				Examen				Coeff.	ECTS	
CODE UE	INTITULE	UE non dipl.		écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée					
<b>Groupe d'UE : Parcours RPS</b>																						
3	XMS3PU610	Détection	N	obligatoire			2											2		2	2	
3	XMS3PU620	Astroparticles et Multimessagers	N	obligatoire			1											1		1	1	
3	XMS3PU600	PROJET: Théorie et Analyse	N	obligatoire		1.5	1.5												3		3	3
3	XMS3PU630	Noyaux et Astronucléaire	N	obligatoire	1		1											2		2	2	
3	XMS3PU640	Modèle Standard et au delà 1	N	obligatoire	4													4		4	4	
3	XMS3PU650	Modèle Standard et au delà 2	N	obligatoire	5													5		5	5	
3	XMS3PU660	Théorie Quantique des Champs	N	obligatoire	3													3		3	3	
<b>Groupe d'UE : Tronc commun</b>																						
3	XMS3PU440	M2 PFA Soft Skills	N	obligatoire																	3	
	XMS3PE441	M2 PFA Monde du Travail				1.5								1.5							1.5	
	XMS3PE442	M2 PFA Qualification AGILE					0.75							0.75						0.75		
	XMS3PE443	M2 PFA Gestion de Projet et Qualité					0.75							0.75					0.75			
3	XMS3PU450	M2 PFA Bases de Physique Nucléaire	N	obligatoire	1													1		1	1	
3	XMS3PU460	M2 PFA Projet Ingénierie / Projet Expérimental	N	obligatoire	1.5		1.5							1.5		1.5				3		3
3	XMS3PU470	M2 PFA Modelisation	N	obligatoire		3								3						3		3
<b>Groupe d'UE : UE libres</b>																						
1	XMS1PU350	Méthodes statistiques	O	optionnelle																0	0	
1	XMS1PU360	M1 PFA Physique des detecteurs	O	optionnelle																0		
1	XMS1PE361	Interaction rayonnement matière																		0		
	XMS1PE362	M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1																		0		
	XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les Déetecteurs																		0		
3	XMS3AU000	Préparation au toeic	O	optionnelle																0	0	
1	XMS2PU350	Modèle standard et au-delà I	O	optionnelle																0	0	
3	XMS3PU480	Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR	O	optionnelle																0		
	XMS3PE481	mesures nucléaires et préparation de sources																		0		
	XMS3PE482	radioprotection																		0		
	XMS3PE483	TP métrologie nucléaire- radiopro																		0		

<b>Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix</b>																		
4	XMS4PU400	Stage	N	optionnelle	9	9	12					9	9	12			30	30
4	XMS4PU410	Périodes de formation alternées en milieu pro.	N	optionnelle	9	9	12					9	9	12			30	30
																<b>TOTAL</b>	60	60

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

## DISPENSE D'ASSIDUITE

				PREMIERE SESSION						DEUXIEME SESSION						TOTAL		
	CODE UE	INTITULE	UE non dipl.	Contrôle continu			Examen			Contrôle continu			Examen			Coeff.	ECTS	
				écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral		
<b>Groupe d'UE : Parcours RPS</b>																		
3	XMS3PU610	Détection	N	obligatoire			2									2	2	
3	XMS3PU620	Astroparticles et Multimessagers	N	obligatoire			1									1	1	
3	XMS3PU600	PROJET: Théorie et Analyse	N	obligatoire		1.5	1.5									3	3	
3	XMS3PU630	Noyaux et Astronucléaire	N	obligatoire	1		1							2		2	2	
3	XMS3PU640	Modèle Standard et au delà 1	N	obligatoire			4							4		4	4	
3	XMS3PU650	Modèle Standard et au delà 2	N	obligatoire			5							5		5	5	
3	XMS3PU660	Théorie Quantique des Champs	N	obligatoire			3							3		3	3	
<b>Groupe d'UE : Tronc commun</b>																		
3	XMS3PU440	M2 PFA Soft Skills	N	obligatoire													3	
	XMS3PE441	M2 PFA Monde du Travail			1.5						1.5						1.5	
	XMS3PE442	M2 PFA Qualification AGILE				0.75						0.75					0.75	
	XMS3PE443	M2 PFA Gestion de Projet et Qualité				0.75						0.75					0.75	
3	XMS3PU450	M2 PFA Bases de Physique Nucléaire	N	obligatoire	1									1		1	1	
3	XMS3PU460	M2 PFA Projet Ingénierie / Projet Expérimental	N	obligatoire			3							3		3	3	
3	XMS3PU470	M2 PFA Modelisation	N	obligatoire		3					3					3	3	
<b>Groupe d'UE : UE libres</b>																		
1	XMS1PU350	Méthodes statistiques	O	optionnelle												0	0	
1	XMS1PU360	M1 PFA Physique des detecteurs	O	optionnelle													0	
1	XMS1PE361	Interaction rayonnement matière														0		
	XMS1PE362	M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1														0		
	XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les DéTECTeurs														0		
3	XMS3AU000	Préparation au toeic	O	optionnelle												0	0	
1	XMS2PU350	Modèle standard et au-delà I	O	optionnelle												0	0	
3	XMS3PU480	Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR	O	optionnelle													0	
	XMS3PE481	mesures nucléaires et préparation de sources														0		
	XMS3PE482	radioprotection														0		
	XMS3PE483	TP métrologie nucléaire- radiopro														0		
<b>Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix</b>																		
4	XMS4PU400	Stage	N	optionnelle												30	30	
4	XMS4PU410	Périodes de formation alternées en milieu pro.	N	optionnelle												30	30	
																<b>TOTAL</b>	60	60

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

## Description des UE

XMS3PU610		Détection
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		MASBOU JULIEN
Volume horaire total	<b>TOTAL : 16h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 16h TP : 0h EAD : 0h</b>	
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)	
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière	Détection <b>100%</b>	
Obtention de l'UE		
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconnaître les principes de fonctionnement de capteurs de particules</li> <li>- Décomposer le fonctionnement d'expériences de physique des particules / astroparticules</li> <li>- Critiquer des résultats expérimentaux après présentation du processus de détection</li> <li>- Analyser des publications scientifiques en vue de présenter à l'oral un système de détection</li> </ul>	
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Accélérateurs et Collisionneurs en Physique des Particules <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement d'un accélérateur</li> <li>- Différents types d'accélérateurs</li> <li>- Différents types de faisceaux</li> <li>- La luminosité et sa détermination</li> <li>- L'énergie utile</li> <li>- Une vue d'ensemble du LHC</li> <li>- Un exemple de chaîne d'accélérateurs : le Tevatron à Fermilab</li> <li>- Les faisceaux secondaires</li> </ul> </li> <li>2) Les détecteurs en physique subatomique <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques générales</li> <li>- Fonctionnement des détecteurs</li> <li>-- Ionisation dans les gaz</li> <li>-- Ionisation dans les solides</li> <li>-- Emission de lumière</li> <li>- Techniques de détection</li> <li>-- DéTECTEURS de traces et mesure de l'impulsion</li> <li>-- Calorimétrie électromagnétique / hadronique</li> <li>-- Identification des particules</li> <li>- DÉTECTEURS complets</li> </ul> </li> <li>3) Exemple d'expériences</li> <li>4) Analyse de données Méthodes - outils</li> <li>5) Electronique, systèmes de déclenchement (trigger), Acquisition de données</li> </ol>	
Méthodes d'enseignement		
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie		

XMS3PU620		Astroparticles et Multimessagers
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE	DECOENE VALENTIN	

Volume horaire total	<b>TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 12h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Astroparticules et Multimessagers <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Le module Astroparticules et Multimessager s'intéresse aux interactions entre les domaines de la physique des particules et de l'astrophysique des hautes énergies. On abordera la question des messagers (rayons cosmiques, rayons gamma, et neutrinos) sous la perspective de leur production au sein des sources astrophysiques, de leur propagation à travers l'Univers et de leur détection sur Terre et dans l'espace proche. Une partie de ce module sera donc dédié à la physique de l'accélération et des interactions des particules dans les plasmas astrophysiques (source et propagation). On verra ensuite les différentes méthodes de détection de chaque messager, en insistant sur les limitations actuelles et les projets futurs. Enfin on montrera comment l'approche multi-messagère permet d'identifier et de comprendre les mécanismes de ces sources de hautes énergies à travers des exemples contemporains
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	

<b>XMS3PU600</b>	<b>PROJET: Théorie et Analyse</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	CAUCAL PAUL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 40h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	PROJET: Analyse et Théorie <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	<p>Le projet théorie a pour objectif d'aborder un problème avancé de théorie quantique des champs dans une approche collaborative entre étudiant·es et orientée par la recherche. Plus particulièrement, les sujets proposés traitent de la question du traitement des divergences infrarouge et ultraviolette en chromodynamique quantique, à travers des calculs de corrections radiatives pour les sections efficaces de production de particules dans les collisionneurs de haute énergie ou leurs implémentations dans des générateurs d'événements Monte-Carlo. Il débouche sur la rédaction d'un rapport au format d'un article scientifique en anglais.</p> <p>Le projet Analyse vise à faire manipuler des données de l'expérience ALICE au LHC et à effectuer une analyse de données à travers des scripts python développés par les étudiant·e·s. Le travail collaboratif est nécessaire afin d'effectuer la mesure de l'observable. Les premiers objectifs sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La compréhension de processus complexes en physique des particules</li> <li>- La prise en main des outils</li> <li>- L'analyse des données d'une expérience existante</li> </ul> <p>Les compétences et les connaissances acquises seront:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'ingénierie d'une expérience scientifique complexe</li> <li>- La maîtrise de son fonctionnement</li> <li>- Les outils de simulation (GEANT4) et d'analyse</li> <li>- La manière d'analyser les données</li> <li>- La manière de les présenter</li> <li>- Le travail en équipe</li> <li>- La gestion/conduite d'un projet</li> </ul> <p>Il débouche sur la rédaction d'un rapport au format d'un article scientifique en anglais et un oral.</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	

<b>XMS3PU630</b>		<b>Noyaux et Astronucléaire</b>
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		FALLOT MURIEL
Volume horaire total		<b>TOTAL : 22h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 22h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE		M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière		Noyaux et Astronucléaire <b>100%</b>
Obtention de l'UE		
<b>Programme</b>		
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"> <li>- saura appliquer et développer les modèles nucléaires statiques et dynamiques existants, notamment la mécanique quantique et la seconde quantification.</li> <li>- 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.</li> <li>- saura étudier théoriquement et expérimentalement le plasma de quarks et de gluons.</li> <li>- saura proposer des projets d'expériences et utiliser les dispositifs expérimentaux.</li> </ul>

Contenu	<p>1- Modèles du noyau Rappels succincts sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modèle de la goutte et de la gouttelette liquide ; Modèle en couches (déformé) ; Modèle de Thomas-Fermi</li> <li>Modèle en couches nucléaires</li> </ul> <p>Approfondissement sur le modèle en couches nucléaires, et modèles collectifs pour aller au-delà du modèle simpliste de particules indépendantes.</p> <p>Mouvement collectif de rotation du noyau, superdéformation et hyper-déformation</p> <p>Modes collectifs de vibration : les résonances géantes, et leur devenir dans les noyaux exotiques.</p> <p>Modèles microscopiques : Hartree-Fock, HFB, RPA, TDHF, RMF, E-TDHF</p> <p>2 - Problématiques actuelles en physique du noyau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La fission, la fusion, les noyaux exotiques et les superlourds, problématique des masses nucléaires,</li> <li>La désintégration bêta</li> </ul> <p>3 - Exemples d'expériences actuelles : applications à l'astrophysique nucléaire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Production de noyaux exotiques, dispositifs actuels</li> <li>Expériences pour la nucléosynthèse : r-process, p-process, explosion des supernovae, ...</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS3PU640		Modèle Standard et au delà 1
Lieu d'enseignement		
Niveau	Master	
Semestre	3	
Responsable de l'UE	GOUSSET THIERRY	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 50h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 50h TP : 0h EAD : 0h</b>	
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)	
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière	Modèle standard et au delà 1 <b>100%</b>	
Obtention de l'UE		
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer des sections efficaces différentielles à partir des règles de Feynman pour l'interaction étudiée (QED : électrodynamique quantique, QCD : chromodynamique quantique et interaction faible)</li> <li>- Analyser la phénoménologie des sections efficaces calculées.</li> <li>- Connaître les aspects expérimentaux associés pour quelques mesures emblématiques du domaine.</li> </ul>	
Contenu	<p>1. QED</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappels de relativité, électromagnétisme</li> <li>• Équation de Klein-Gordon, équation de Dirac</li> <li>• Interaction particule - champ électromagnétique, sections efficaces</li> <li>• Etude de quelques réactions élémentaires : diffusion électron-électron, diffusion Compton, annihilation e+e-</li> </ul> <p>2. QCD</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrammes à boucles et variation du couplage</li> <li>• Diffusions électron-proton élastiques et profondément inélastiques</li> <li>• Modèle des partons, le scaling et sa violation, équations d'évolution</li> <li>• Jets et autres observables QCD dans les collisions e+e- et hadroniques</li> </ul>	
Méthodes d'enseignement		

Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS3PU650</b>		<b>Modèle Standard et au delà 2</b>
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		MARTINEZ Gines
Volume horaire total	<b>TOTAL : 55h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 55h TP : 0h EAD : 0h</b>	
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)	
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière	<b>m2phys Modèle Standard et au delà 2 100%</b>	
Obtention de l'UE		
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer des sections efficaces différentielles à partir des règles de Feynman pour l'interaction étudiée (QED : électrodynamique quantique, QCD : chromodynamique quantique et interaction faible)</li> <li>- Analyser la phénoménologie des sections efficaces calculées.</li> <li>Physique expérimentale</li> <li>- Connaître les aspects expérimentaux associés pour quelques mesures emblématiques du domaine.</li> </ul>	
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physique électrofaible <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction électrofaible: Unification et Mécanisme de Higgs</li> <li>• Physique des neutrinos et mélange de quarks</li> <li>• Physique au delà du modèle standard</li> </ul> </li> <li>Aspects expérimentaux <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de précision en électrodynamique, moment magnétique anormal de l'électron et du muon, observables de polarisation, facteurs de forme du proton</li> <li>• Phénoménologie de l'interaction faible, la violation de CP dans les expériences, la recherche du boson de Higgs et les expériences neutrino</li> <li>• Physique des neutrinos expérimentale</li> <li>• Physique de la matière noire expérimentale</li> </ul> </li> </ul>	
Méthodes d'enseignement		
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie		

<b>XMS3PU660</b>		<b>Théorie Quantique des Champs</b>
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		Gossiaux Pol-Bernard
Volume horaire total	<b>TOTAL : 27h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 27h TP : 0h EAD : 0h</b>	
<b>Place de l'enseignement</b>		

UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Théorie Quantique des Champs <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Formalisme et outils pour la TQC
Contenu	Théorie Quantique des Champs
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS3PU440</b>	<b>M2 PFA Soft Skills</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	<b>TOTAL : 43h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 43h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Monde du Travail <b>50%</b> M2 PFA Qualification AGILE <b>25%</b> M2 PFA Gestion de Projet et Qualité <b>25%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Liste des matières	- M2 PFA Monde du Travail (XMS3PE441) - M2 PFA Qualification AGILE (XMS3PE442) - M2 PFA Gestion de Projet et Qualité (XMS3PE443)

<b>XMS3PE441</b>	<b>M2 PFA Monde du Travail</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	<b>TOTAL : 18h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 18h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	Comprendre les entreprises et les organisations • 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 Droit du travail Rechercher un stage ou un emploi
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS3PE442</b>	<b>M2 PFA Qualification AGILE</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	Medkour Margot
Volume horaire total	<b>TOTAL : 15h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 15h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS3PE443</b>	<b>M2 PFA Gestion de Projet et Qualité</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	<b>TOTAL : 10h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 10h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Applications industrielles des rayonnements ionisants • caractérisation : CND, imagerie (gammagraphie, tomographie neutronique,...) • datation • endommagement • stérilisation par rayonnement ionisants • visite d'une installation Qualité et Gestion de projets • introduction à la gestion de la qualité • systèmes d'assurance de la qualité et accréditations : COFRAC, HAS (Haute Autorité de Santé),... • gestion de projet
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS3PU450</b>	<b>M2 PFA Bases de Physique Nucléaire</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 10h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 10h TP : 0h EAD : 0h</b>

<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Physique du noyau et réactions nucléaires pour les applications <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Les réactions nucléaires interviennent dans de nombreux domaines, l'étude du noyau (structure nucléaire) et l'astrophysique nucléaire, mais également la médecine nucléaire, l'énergie nucléaire, etc... Il s'agit ici d'étudier les bases de physique des réactions nucléaires qui pourront servir dans ces différents domaines.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS3PU460</b>		<b>M2 PFA Projet Ingénierie / Projet Expérimental</b>
Lieu d'enseignement		IMT Atlantique
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		YERMIA FREDERIC HADDAD FERID
Volume horaire total		<b>TOTAL : 30h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 30h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE		M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière		M2 PFA Projet Ingénierie/Projet Expérimental <b>100%</b>
Obtention de l'UE		
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu		<p>Le projet Ingénierie/Expeirmental permet de familiariser les étudiant.e.s à :</p> <p>La réalisation complète d'une expérience :</p> <p>La conception</p> <p>La simulation</p> <p>L'analyse des données</p> <p>Les compétences et les connaissances acquises seront:</p> <p>L'ingénierie d'une expérience scientifique complexe</p> <p>La maîtrise de son fonctionnement</p> <p>Les outils de simulation (GEANT4) et d'analyse</p> <p>La manière d'analyser les données</p> <p>La manière de les présenter</p> <p>Le travail en équipe</p> <p>La gestion/conduite d'un projet</p>

Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS3PU470</b>	<b>M2 PFA Modelisation</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	Porta Amanda
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 3h TP : 37h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Modélisations <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre les principes de la méthode Monte Carlo</li> <li>- Connaître les bases du langage C++ et initiation au logiciel ROOT</li> <li>- Connaître le logiciel de transport de particules Geant4 : savoir parcourir les classes d'interface pour changer la géométrie, les matériaux et les caractéristiques des particules simulées ; savoir interpréter les résultats des simulations (interaction des gammas et électrons avec la matière, étude de l'effet Compton, étude du fonctionnement d'un TEP)</li> <li>- Connaître les logiciels de transport de particules MCNP : savoir construire une fichier d'entrée avec tous ses éléments (géométrie, matériaux, caractéristiques de la source, information en sortie) ; savoir interpréter les résultats des simulations (interaction des neutrons dans différents matériaux, étude de criticité avec une sphère d'Uranium, radioprotection d'une source gamma à Arronax, calculs de dosimétrie).</li> <li>- A partir d'un scénario réel, savoir élaborer un modèle en tenant compte des paramètres de physique les plus pertinents, puis savoir le simuler à l'aide des codes MCNP/SERPENT et/ou GEANT4</li> </ul> <p>Prérequis : cours d'interaction rayonnement-matière et bases radioprotection pour comprendre les résultats de physique des simulations</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1PU350</b>	<b>Méthodes statistiques</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MASBOU JULIEN

Volume horaire total	<b>TOTAL : 30h Répartition : CM : 12h TD : 10h CI : 0h TP : 8h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M1 CMI-INA,M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Méthodes statistiques <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appliquer la statistique adaptée à des variables indépendantes pour en extraire l'information utile</li> <li>- Estimer et quantifier les incertitudes d'un jeu de données</li> <li>- Juger la pertinence d'un modèle mathématique destiné à décrire les observations</li> </ul>
Contenu	<p>CHAPITRE 1 - FONCTION DE VARIABLES ALÉATOIRES</p> <p>1/ Propagation d'erreur 2/ Probabilité d'une fonction de v.a. 3/ Rappel : théorèmes limites</p> <p>CHAPITRE 2 - ESTIMATION STATISTIQUE</p> <p>1/Introduction aux estimateurs 2/ Qualité d'un estimateur 3/ Estimateurs classiques 4/ Ajustement de plusieurs paramètres</p> <p>CHAPITRE 3 TEST STATISTIQUE</p> <p>Introduction aux test d'hypothèses 1/ Test classiques 2/ Rapport de vraisemblance 3/ Qualité d'un test 4/ Puissance d'un test (ouverture)</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1PU360</b>	<b>M1 PFA Physique des détecteurs</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	EUDES PHILIPPE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 48h Répartition : CM : 24h TD : 24h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	Physique atomique et nucléaire (L3) Physique Moderne (L2) Relativité (L3)
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M1 CMI-INA,M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Interaction rayonnement matière <b>50%</b> M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1 <b>30%</b> M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs <b>20%</b>

Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Liste des matières	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interaction rayonnement matière (XMS1PE361)</li> <li>- M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1 (XMS1PE362)</li> <li>- M1 PFA Physique des matériaux pour les DéTECTeurs (XMS1PE363)</li> </ul>

<b>XMS1PE361</b>	<b>Interaction rayonnement matière</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 20h Répartition : CM : 10h TD : 10h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
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><b>Connaissance et compréhension</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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).</li> <li>● De décrire l'évolution de ces mécanismes selon la gamme en énergie de la particule primaire et la nature du matériau.</li> </ul> <p><b>Application et analyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● De mettre en rapport l'ensemble de ces connaissances pour identifier les mécanismes physiques lors de la détection des gammes, des neutrons et des particules chargées dans le cadre d'exercices d'applications</li> <li>● 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</li> <li>● 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.</li> </ul> <p><b>Synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> <li>● 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</li> </ul>

Contenu	<p><b>I - Interaction des particules chargées avec la matière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Introduction</li> <li>2 - Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions           <ul style="list-style-type: none"> <li>2-1 Collisions : calcul de Bohr</li> <li>2-2 Formule de Bethe-Bloch</li> <li>2-3 Analyse de la formule de Bethe</li> <li>2-4 Notion de parcours</li> <li>2-5 Perte d'énergie par collisions avec les noyaux</li> <li>2-6 Courbe de Bragg</li> <li>2-7 Comportement à très basse énergie</li> <li>2-8 Estimation pratique du TLE et de R ?</li> </ul> </li> <li>3 - Interaction électron-matière : perte d'énergie par collisions           <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1 Parte d'énergie par collision</li> <li>3-2 Rayonnement de freinage</li> <li>3-3 Perte d'énergie totale - Importance des deux effets</li> <li>3-4 Parcours des électrons - Cas d'un faisceau mono-énergétique</li> </ul> </li> </ul> <p><b>II - Interaction des photons gammas avec la matière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Les différents mécanismes d'interaction</li> <li>2 - L'effet photoélectrique           <ul style="list-style-type: none"> <li>2-1 Description du processus - Fluorescence X - Emission Auger</li> <li>2-2 Distribution en énergie des électrons</li> <li>2-3 Section efficace associée</li> </ul> </li> <li>3 - La diffusion Compton           <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1 Description du processus et rappel de la cinématique</li> <li>3-2 Distribution en énergie des électrons</li> <li>3-3 Sections efficaces différentielles</li> <li>3-4 Section efficace intégrée</li> </ul> </li> <li>4 - Production de paires (ou Matérialisation)           <ul style="list-style-type: none"> <li>4-1 Description du processus</li> <li>4-2 Distribution en énergie des électrons</li> <li>4-3 Section efficace associée</li> </ul> </li> <li>5 - Atténuation/Absorption des gammas dans la matière           <ul style="list-style-type: none"> <li>5-1 Section efficace totale d'interaction</li> <li>5-2 Atténuation</li> <li>5-3 Absorption</li> </ul> </li> <li>6 - Application à la spectroscopie gamma           <ul style="list-style-type: none"> <li>6-1 Spectre en énergie observé dans un détecteur de petite taille</li> <li>6-2 Spectre en énergie observé dans un détecteur de très grande taille</li> <li>6-3 Spectre en énergie observé dans un détecteur de taille intermédiaire</li> <li>6-4 Exemples de spectres réels</li> <li>6-5 Influence du type de détecteur</li> </ul> </li> </ul> <p><b>III - Gerbes électromagnétiques et hadroniques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Gerbes électromagnétiques</li> <li>2 - Gerbes hadroniques           <ul style="list-style-type: none"> <li>2-1 Collisions de deux hadrons à haute énergie</li> <li>2-2 Schématisation d'une gerbe hadronique</li> <li>2-3 Les gerbes atmosphériques</li> </ul> </li> </ul> <p><b>IV - Interaction des neutrons avec la matière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Classement des neutrons</li> <li>2 - Principales réactions induites par les neutrons : caractéristiques et sections efficaces</li> <li>3 - Modération des neutrons - Spectroscopie           <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1 Cinématique de la diffusion élastique n-Noyau</li> <li>3-2 Modération des neutrons               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Interprétation cinématique</li> <li>● Distribution en énergie des neutrons diffusés</li> <li>● Léthargie et paramètre de ralentissement</li> <li>● Applications : détection et réacteurs</li> </ul> </li> <li>3-3 Spectroscopie de neutrons</li> </ul> </li> </ul>
	<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>
	<p><b>Bibliographie et conseils de lecture :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Leroy - P.G. Rancoita, <b>Principles of radiation interaction in Matter and Detection</b> (2004), chapter 2-3</li> <li>• W. R. LEO, <b>Techniques for nuclear and particle physics experiments</b>, chapters 1 et 2, Springer-Verlag, ISBN 0 387 57280 5</li> <li>• G.F. KNOLL, <b>Radiation detection and measurement</b>, chapters 1 et 2, Wiley, ISBN 0 471 61761 X</li> <li>• <b>PASSAGE OF PARTICLES THROUGH MATTER</b> - Last version : <b>Review of particle physics 2010</b> - K Nakamura et al. <a href="http://J.Phys.G.37.7A(2010).075021">J.Phys.G.37.7A(2010).075021</a> <a href="http://library.web.cern.ch/library/library/RPP.html">http://library.web.cern.ch/library/library/RPP.html</a></li> <li>• Physics Reference Manual : Version: geant4 9.4 (17 December, 2010) <a href="http://geant4.web.cern.ch/geant4/support/userdocuments.shtml">http://geant4.web.cern.ch/geant4/support/userdocuments.shtml</a></li> <li>• Theoretical and experimental aspects of the energy loss of relativistic heavily ionizing particles - <b>Reviews of Modern physics</b>, Vol. 52, 121 (1980)</li> </ul>

<b>XMS1PE362</b>		<b>M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1</b>
Langue d'enseignement	Français	
Lieu d'enseignement		
Responsable de la matière	EUDES PHILIPPE	
Volume horaire total		<b>TOTAL : 16h Répartition : CM : 8h TD : 8h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendre le principe de la détection des RI ;</li> <li>- connaître les différents types de détecteurs et comprendre leur fonctionnement ;</li> <li>- connaître les notions d'efficacité de détection, de résolution en énergie ;</li> <li>- connaître les différents modes de mesure</li> </ul>
Contenu		<p>Dans ce cours on introduira les différents types de détecteurs et des notions importantes relatives à la détections des rayonnements ionisants.</p> <p>Ch 1 Caractéristiques générales des détecteurs      Ch 2 DéTECTEURS à ionisation      Ch 3 DéTECTEURS à scintillation      Ch 4 DéTECTEURS à semi-conducteurs      Ch 5 DéTECTEURS de neutrons      Ch 6 Autres types de détecteurs</p>
Méthodes d'enseignement		
Bibliographie		<p>Détection des rayonnements et instrumentation nucléaire, par A. Lyoussi, INSTN, EDP Sciences      Techniques de l'ingénieur : Détection et mesures des rayonnements nucléaires par P. Chevallier      Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: A How-To Approach, W.R. Leo, Springer-Verlag      Radiation Detection and Measurement, G.F. Knoll</p>

<b>XMS1PE363</b>		<b>M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs</b>
Langue d'enseignement	Français	
Lieu d'enseignement		
Responsable de la matière		
Volume horaire total		<b>TOTAL : 12h Répartition : CM : 6h TD : 6h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu		<p>Bases de physique des matériaux pour comprendre ce qu'est un semi-conducteur, un conducteur, un isolant, un scintillateur, etc...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Structure cristalline</li> <li>2. Réseau réciproque</li> <li>3. Liaison cristalline et constantes élastiques</li> <li>4. Phonons I. Vibrations du réseau</li> <li>5. Phonons II. Propriétés thermiques</li> <li>6. Gaz des électrons libres de Fermi</li> <li>7. Bandes d'énergie</li> <li>8. Cristaux semi-conducteurs</li> <li>9. Surfaces de Fermi et métaux</li> <li>10. Processus optiques et excitons</li> <li>11. Physique des surfaces et des interfaces</li> <li>12. Nanostructures</li> <li>13. Solides non cristallins</li> </ol>

Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS3AU000</b>		<b>Préparation au toeic</b>
Lieu d'enseignement		FST-Lombarderie
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		KERVISION SYLVIE
Volume horaire total		<b>TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Mécanique et Fiabilité des Structures (MFS),M2 CMI-INA,M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 Sciences de la Matière - Parcours Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Gestion de l'énergie,M2 Sciences de la Matière - Parcours Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Dispositifs pour l'énergie,M2 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M2 Capteurs Intelligents et Qualité des Systèmes Electroniques,M2 Conception et Réalisation des Bâtiments,M2 Travaux Publics et Maintenance,M2 Travaux Publics et Maritimes,M2 Reliability based structural MAintenance for marine REnewable ENergy (MAREENE-EL),M2 Technologie Marine - Parcours International Travaux Publics et Maritimes,M2 CMI-INA,M2 CMI-ICM,M2 Sciences, techniques et médecine aux époques moderne et contemporaine	
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière	Préparation au TOEIC <b>100%</b>	
Obtention de l'UE	Validation de l'UE avec un score minimal de 785 (B2) pour la labellisation CMI INA et ICM.	
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître et anticiper les formats de certifications en anglais.</li> <li>• Compléter les réponses exigées par les tests de certifications.</li> <li>• Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement.</li> </ul> <p>At the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recognize and anticipate certification formats in English.</li> <li>• Complete the answers required by the certification tests.</li> <li>• To be able to optimize their results to certifications thanks to an applied work methodology during training sessions.</li> </ul>	
Contenu	<p><i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des formats</li> <li>• Exercices d'entraînement</li> <li>• Conseils pour optimiser son score</li> </ul> <p><i>Prepare to obtain certification in English (objective B2 and +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of formats</li> <li>• Training exercises</li> <li>• Tips to optimize your score</li> </ul>	
Méthodes d'enseignement	Distanciel	
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200% TOEIC 2017 Listening &amp; Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson)</li> <li>• TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern)</li> <li>• Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew)</li> <li>• Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)</li> </ul>	

<b>XMS2PU350</b>	<b>Modèle standard et au-delà I</b>
------------------	-------------------------------------

Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	SAMI TAKLIT
Volume horaire total	<b>TOTAL : 20h Répartition : CM : 10h TD : 10h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Modèle standard et au-delà I <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<p>Le premier objectif est d'acquérir les notions de base sur les groupes, les algèbres associées, les représentations des algèbres, les générateurs et tous les concepts associés. Cela étant acquis, le but de cette UE est de familiariser les étudiants avec les groupes et les algèbres de Lie et de montrer les liens avec la physique en général et la physique des particules en particulier. Nous commencerons par les représentations des groupes de rotations et les générateurs de SO(3). Nous verrons le lien avec l'algèbre des opérateurs de moment angulaire. Nous allons ensuite construire la représentation fondamentale de l'algèbre de SU(2) et montrer le lien avec le spin puis l'isospin. Nous nous intéresserons ensuite à SU(3) et à ses générateurs. L'algèbre de Lie de SU(3) et ses sous-algèbres seront étudiées en insistant sur le lien avec l'isospin, l'hypercharge et les opérateurs d'échange. Le lien sera fait entre les quarks et SU(3) et la construction des multiplets à partir des représentations élémentaires suivra. Nous verrons comment construire les multiplets de mésons et ceux des baryons. Nous terminerons par les représentations des groupes de permutation et les tableaux de Young.</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS3PU480</b>	<b>Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 80h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 59h TP : 21h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	mesures nucléaires et préparation de sources <b>50%</b> radioprotection <b>25%</b> TP métrologie nucléaire- radiopro <b>25%</b>

Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Liste des matières	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mesures nucléaires et préparation de sources (XMS3PE481)</li> <li>- radioprotection (XMS3PE482)</li> <li>- TP métrologie nucléaire- radiopro (XMS3PE483)</li> </ul>

<b>XMS3PE481</b>	<b>mesures nucléaires et préparation de sources</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 40h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 40h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<p>Métrologie Nucléaire (40h)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rappels sur les caractéristiques des RN</li> <li>- Les séparations chimiques</li> <li>- Les techniques de mesure de la radioactivité <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spectrométrie gamma</li> <li>- Spectrométrie alpha</li> <li>- Scintillation liquide</li> <li>- Scintillation liquide alpha</li> </ul> </li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS3PE482</b>	<b>radioprotection</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 19h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 19h TP : 0h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<p>Les différentes émissions radioactives</p> <p>Radioactivité et rayonnements</p> <p>Définition de la radioprotection Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?</p> <p>Effets biologiques des rayonnements ionisants [à moduler en fonction du contenu des autres enseignements]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genèse et échelle microscopique</li> <li>• Effets déterministes et effets stochastiques</li> <li>• Limitations d'exposition</li> </ul> <p>Les 3 grands principes de la radioprotection</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• justification</li> <li>• optimisation</li> <li>• limitation</li> </ul> <p>Sources de rayonnements ionisants</p> <p>Types de sources</p> <p>Protection contre les rayonnements ionisants</p> <p>Grandeurs physiques, de protection et opérationnelles</p> <p>Surveillance de l'environnement et individuelle</p> <p>Calcul de dose</p> <p>Réglementation [à moduler en fonction du contenu des autres enseignements]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboration des textes</li> <li>• La radioprotection en France</li> <li>• Réglementation pour le travailleur</li> <li>• Zones d'exposition</li> </ul> <p>Gestion des déchets radioactifs</p>
Méthodes d'enseignement	

Bibliographie	
---------------	--

<b>XMS3PE483</b>	<b>TP métrologie nucléaire- radiopro</b>
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 21h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 21h EAD : 0h</b>
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dosimétrie</li> <li>- transport / colisage</li> <li>-spectrométrie alpha</li> <li>-spectrométrie gamma</li> <li>- at/bt</li> <li>-scintillation liquide</li> <li>-contamination de zone</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

<b>XMS4PU400</b>	<b>Stage</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL HUCLIER SANDRINE YERMIA FREDERIC
Volume horaire total	<b>TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Stage <b>100%</b>
Obtention de l'UE	Pas de dispense d'assiduité pour le stage Master 2 .
<b>Programme</b>	
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	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS4PU410</b>		<b>Périodes de formation alternées en milieu pro.</b>
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		4
Responsable de l'UE		FALLOT MURIEL HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total		<b>TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE		M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
<b>Evaluation</b>		
Pondération pour chaque matière	Périodes de formation alternées en milieu pro. <b>100%</b>	
Obtention de l'UE	Pas de dispense d'assiduité pour l'alternance	
<b>Programme</b>		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu		
Méthodes d'enseignement		
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie		

Dernière modification par FREDERIC YERMIA, le 2024-10-18 13:03:41