Master 1 M1 PFA Physique Fondamentale et Applications

Année universitaire 2025-2026

Information générale

Objectifs	La mention de Master "Physique Fondamentale et Applications" vous propose trois parcours : Recherche en Physique Subatomique (RPS), Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA) et Démantèlement et Modélisation Nucléaire (DMN). Elle est co-accréditée avec l'Institut Mines-Telecom Atlantique (IMT Atlantique). Dès la première année (M1), l'enseignement comporte un tronc commun aux trois parcours et des unités d'enseignement spécialisées par parcours. Vous suivez des enseignements théoriques et pratiques puis effectuez un stage (2 à 4 mois) en laboratoire de recherche ou en entreprise, en France ou à l'étranger (fortement conseillé). A l'issue du M1, des passerelles sont possibles entre les trois parcours, après un entretien et un examen de votre dossier. **Devenez chercheur/chercheuse en physique subatomique** L'objectif du parcours RPS est de vous préparer à la thèse, dans une équipe de recherche de SUBATECH ou de tout autre laboratoire équivalent en France (IN2P3/CNRS) ou à l'étranger. Vous pourrez aussi occuper un poste dans le secteur privé où les compétences de ce diplôme sont appréciées. Vous aurez étudié, d'un point de vue théorique comme expérimental, la structure de la matière, des noyaux atomiques aux quarks ainsi que les interactions fondamentales de l'univers. L'étude des techniques de mise en œuvre des détecteurs de particules complexes, des outils de simulation ainsi que les techniques d'analyses de données prend aussi une part importante de la formation. **Devenez professionnel.le de la physique médicale** Le parcours RIA vous permet d'intégrer le secteur de la santé (physique médicale, imagerie, radiobiologie...) et les industries utilisant des rayonnements ionisants et techniques nucléaires. Vous aurez étudié en détail, au cours de la formation, les applications liées à la physique nucléaire, à l'utilisation des rayonnements ionisants en médecine et dans l'industrie. Ce parcours est habilité par l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires pour préparer le concours national du DQPRM (Diplôme de Qualification en Physique radiologique et médicale). **Devenez expert dans l'industrie nucléaire** Le parcours DMN vous forme à devenir un.e cadre supérieur.e capable de prendre en charge des projets dans l'industrie nucléaire. Ces projets peuvent porter sur le démantèlement d'installations nucléaires mais aussi sur des opérations de jouvence du parce électronucléaire. Vous pouvez également devenir expert.e en sûreté nucléaire, en radioprotection, en gestion des déchets nucléaires. Votre profil de compétences sera large. Des professionnel.les de l'industrie nucléaire vous auront formé.e à la gestion de projet démantèlement. Une partie importante de la formation est aussi axée sur la modélisation des processus de physique nucléaire. Vous aurez les compétences scientifiques, techniques, organisationnelles et juridiques nécessaires à l'ingénieur.e démantèlement.
Responsable(s)	FALLOT MURIEL
Mention(s) incluant ce parcours	master Physique Fondamentale et Applications
Lieu d'enseignement	Faculté des sciences de Nantes
Langues / mobilité internationale	Français (1 UE en Anglais)
Stage / alternance	La seconde année de Master parcours DMN est ouverte à l'alternance. En particulier le Master ouvre à l'apprentissage à la rentrée prochaine en M2.
Poursuite d'études /débouchés	Vers les 3 parcours du Master Physique Fondamentale et Applications : RPS: Recherche en Physique subatomique RIA : Rayonnments Ionisants et Applications médicales DMN : Démantèlement et Modelisations Nucléaires
Autres renseignements	Le Master PFA est co-accrédité Nantes Université et IMT Atlantique. Dès le second semestre du M1 les étudiants peuvent suivre les UE de spécialité associées au parcours qu'ils ont choisi. Les étudiants qui choisissent le parcours DMN peuvent bénéficier de bourses de la part de l'entreprise EDF (sélection sur dossier).

Conditions d'obtention de l'année	La validation du parcours respecte les M3C (Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences, anciennement MCCA) qui s'organisent selon trois niveaux : • Niveau I : le Règlement Général de Contrôle des Connaissances et des Compétences (RG3C) de Nantes Université voté au CAC le 31 mars 2023, • 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, • Niveau III : les dispositions propres à chaque mention/parcours/UE/EC 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. **Conditions de validation de l'année propre au parcours :** • **Règle de compensation :** L'année est validée si la partie théorique (hors UE Stage ou TER) est validée en première ou deuxième session (moyenne supérieure ou égale à 10/20) et si la moyenne de l'année, comprenant la note de l'UE stage, est également supérieure ou égale à 10/20.

Programme

1er 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
Groupe d'UE : UE fondamentales (27 ECTS)																				
M1 PFA Connaissance des Organisations	XMS1PU380	1	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
M1 PFA Physique Statistique	XMS1PU300	4	16	16	0	0	0	0	0	0	14	14	0	0	0	0	0	0	0	30
M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2	XMS1PE301		8	8	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	14
PHYSIQUE STATISTIQUE 1	XMS1PE302		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	16
M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal I	XMS1PU310	2	10.67	10.67	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	5.33	5.33	0	0	0	20
Physique quantique	XMS1PU320	4	15	12	0	0	0	0	0	0	15	12	0	0	0	0	0	0	0	30
PHYSIQUE QUANTIQUE	XMS1PE111		12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
M1 PFA Physique Quantique II	XMS1PE321		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Physique Atomique	XMS1PU330	3	12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
Physique subatomique	XMS1PU340	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Méthodes statistiques	XMS1PU350	4	12	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	30
M1 PFA Physique des detecteurs	XMS1PU360	5	24	18	0	0	0	0	0	0	24	18	0	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	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	0	16
M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs	XMS1PE363		6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Groupe d'UE : UE libres (0 ECTS)																				
Anglais Préparation TOEIC	XMS1AU000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	27																	0.00	**226.00**

2ème 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
Groupe d'UE : UE fondamentales (23 ECTS)																				
M1 PFA compléments informatique	XMS2PU470	1	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	15
M1 PFA Job Dating	XMS2PU480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
M1 PFA Projet Experimental 2	XMS2PU490	8	6.67	6.67	0	0	0	0	0	0	2.67	2.67	0	0	47.33	47.33	0	0	0	56.67
M1 PFA Introduction à l'Intelligence Artificielle	XMS2PE491		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	12
M1 PFA Projet Expérimental 2	XMS2PE313		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	0	0	0	30
PROBLEME INVERSE	XMS2PE134		6.67	6.67	0	0	0	0	0	0	2.67	2.67	0	0	5.33	5.33	0	0	0	14.67
M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal 2	XMS2PU320	1	2.67	2.67	0	0	0	0	0	0	2.67	2.67	0	0	5.33	5.33	0	0	0	10.67
M1 PFA Physique expérimentale 1	XMS2PU330	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	0	0	0	30
Stage ou TER	XMS2PU340	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groupe d'UE : Parcours RPS Bloc 1 (2 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC1																				
Modèle standard et au-delà I	XMS2PU350	2	10	10	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	20
Groupe d'UE : Tronc Commun RIA DMN (2 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC1																				
Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 1	XMS2PU360	1	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
M1 PFA Introduction à l'énergie nucléaire	XMS2PU370	1	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Groupe d'UE : Parcours RPS bloc 2 (8 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC2																				
M1 PFA Noyaux, Astronucléaire et Objets Compacts	XMS2PU380	4	0	10	0	0	45.34	21.34	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	45.34
N-corps	XMS2PE500		0	10	0	0	24	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	24
Astronucléaire et Objets Compacts	XMS2PE382		0	0	0	0	21.34	21.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.34
Cosmologie et théorie des champs	XMS2PU390	4	0	0	0	0	47.34	23.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47.34
Cosmologie	XMS2PE391		0	0	0	0	23.34	23.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.34
Théorie Classique des Champs	XMS2PE392		0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Groupe d'UE : Parcours DMN (8 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC2																				
M1 PFA Economie de l'energie	XMS2WU400	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
M1 PFA Cycle du combustible et Matériaux pour le Nucléaire	XMS2WU410	3	15	10	0	0	0	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	30
M1 PFA Cycle du combustible	XMS2WE411		10	10	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	20
M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire	XMS2WE412		5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Neutronique - Physique des réacteurs	XMS2PU420	4	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	45
Physique des réacteurs	XMS2PE421		0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires	XMS2WE422		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	5
Groupe d'UE : Parcours RIA (8 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC2																				
M1 PFA Imageries	XMS2PU440	5	0	0	0	0	53	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale	XMS2PE441		0	0	0	0	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique	XMS2PE442		0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
M1 PFA Master Traceurs	M034ETC		0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
M1 PFA Rayonnements Ionisants et Applications Medicales et Industrielles 2	XMS2PU450	3	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	Total	33																	0.00	**205.02**

Modalités d’évaluation

Mention Master 1ère année | Parcours : M1 PFA Physique Fondamentale et Applications | Année universitaire 2025-2026

Responsable(s) : FALLOT MURIEL

REGIME ORDINAIRE

					PREMIERE SESSION							DEUXIEME SESSION							TOTAL	
					Contrôle continu			Examen				Contrôle continu			Examen					
	CODE UE	INTITULE	UE non dipl.		écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	ecrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	Coeff.	ECTS
Groupe d'UE : UE fondamentales																				
1	XMS1PU380	M1 PFA Connaissance des Organisations	N	obligatoire		0.75	0.25						0.75	0.25					1	1
1	XMS1PU300	M1 PFA Physique Statistique	N	obligatoire																4
	XMS1PE301	M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2			2										2				2	
	XMS1PE302	PHYSIQUE STATISTIQUE 1			2										2				2	
1	XMS1PU310	M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal I	N	obligatoire		0.6		1.4					0.6		1.4				2	2
1	XMS1PU320	Physique quantique	N	obligatoire																4
	XMS1PE111	PHYSIQUE QUANTIQUE			3.2										3.2				3.2	
	XMS1PE321	M1 PFA Physique Quantique II			0.8										0.8				0.8	
1	XMS1PU330	Physique Atomique	N	obligatoire	3										3				3	3
1	XMS1PU340	Physique subatomique	N	obligatoire	1.2			2.8				1.2			2.8				4	4
1	XMS1PU350	Méthodes statistiques	N	obligatoire	4										4				4	4
1	XMS1PU360	M1 PFA Physique des detecteurs	N	obligatoire																5
1	XMS1PE361	Interaction rayonnement matière			2.5										2.5				2.5	
	XMS1PE362	M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1			1.5							1.5							1.5	
	XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs			1										1				1	
Groupe d'UE : UE libres																				
1	XMS1AU000	Anglais Préparation TOEIC	O	optionnelle															0	0
Groupe d'UE : UE fondamentales																				
2	XMS2PU470	M1 PFA compléments informatique	N	obligatoire	0.4	0.6													1	1
2	XMS2PU480	M1 PFA Job Dating	N	obligatoire															0	0
2	XMS2PU490	M1 PFA Projet Experimental 2	N	obligatoire																8
	XMS2PE491	M1 PFA Introduction à l’Intelligence Artificielle				2													2	
	XMS2PE313	M1 PFA Projet Expérimental 2			2		2										4		4	
	XMS2PE134	PROBLEME INVERSE				2							2						2	
2	XMS2PU320	M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal 2	N	obligatoire		1							1						1	1
2	XMS2PU330	M1 PFA Physique expérimentale 1	N	obligatoire		3							3						3	3
2	XMS2PU340	Stage ou TER	N	obligatoire	5		5					5		5					10	10

Groupe d'UE : Parcours RPS Bloc 1																				
1	XMS2PU350	Modèle standard et au-delà I	N	optionnelle	2										2				2	2
Groupe d'UE : Tronc Commun RIA DMN																				
2	XMS2PU360	Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 1	N	optionnelle		1							1						1	1
2	XMS2PU370	M1 PFA Introduction à l'énergie nucléaire	N	optionnelle	1										1				1	1
Groupe d'UE : Parcours RPS bloc 2																				
1	XMS2PU380	M1 PFA Noyaux, Astronucléaire et Objets Compacts	N	optionnelle																4
	XMS2PE500	N-corps			2										2				2	
	XMS2PE382	Astronucléaire et Objets Compacts			2										2				2	
1	XMS2PU390	Cosmologie et théorie des champs	N	optionnelle																4
	XMS2PE391	Cosmologie			2										2				2	
	XMS2PE392	Théorie Classique des Champs			2										2				2	
Groupe d'UE : Parcours DMN																				
2	XMS2WU400	M1 PFA Economie de l'energie	N	optionnelle	1							1							1	1
2	XMS2WU410	M1 PFA Cycle du combustible et Matériaux pour le Nucléaire	N	optionnelle																3
	XMS2WE411	M1 PFA Cycle du combustible			2.4										2.4				2.4	
	XMS2WE412	M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire			0.6										0.6				0.6	
2	XMS2PU420	Neutronique - Physique des réacteurs	N	optionnelle																4
2	XMS2PE421	Physique des réacteurs			3.2										3.2				3.2	
	XMS2WE422	M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires				0.8													0.8	
Groupe d'UE : Parcours RIA																				
2	XMS2PU440	M1 PFA Imageries	N	optionnelle																5
	XMS2PE441	M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale			3											3			3	
	XMS2PE442	M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique			1.5										1.5				1.5	
	M034ETC	M1 PFA Master Traceurs						0.5							0.5				0.5	
2	XMS2PU450	M1 PFA Rayonnements Ionisants et Applications Medicales et Industrielles 2	N	optionnelle		3							3						3	3
																		TOTAL	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	
					Contrôle continu			Examen				Contrôle continu			Examen					
	CODE UE	INTITULE	UE non dipl.		écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	ecrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	Coeff.	ECTS
Groupe d'UE : UE fondamentales																				
1	XMS1PU380	M1 PFA Connaissance des Organisations	N	obligatoire		1							1						1	1
1	XMS1PU300	M1 PFA Physique Statistique	N	obligatoire																4
	XMS1PE301	M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2			2										2				2	
	XMS1PE302	PHYSIQUE STATISTIQUE 1			2										2				2	
1	XMS1PU310	M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal I	N	obligatoire		0.6		1.4					0.6		1.4				2	2
1	XMS1PU320	Physique quantique	N	obligatoire																4
	XMS1PE111	PHYSIQUE QUANTIQUE			3.2										3.2				3.2	
	XMS1PE321	M1 PFA Physique Quantique II			0.8										0.8				0.8	
1	XMS1PU330	Physique Atomique	N	obligatoire	3										3				3	3
1	XMS1PU340	Physique subatomique	N	obligatoire				4							4				4	4
1	XMS1PU350	Méthodes statistiques	N	obligatoire	4										4				4	4
1	XMS1PU360	M1 PFA Physique des detecteurs	N	obligatoire																5
1	XMS1PE361	Interaction rayonnement matière			2.5										2.5				2.5	
	XMS1PE362	M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1			1.5							1.5							1.5	
	XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs			1										1				1	
Groupe d'UE : UE libres																				
1	XMS1AU000	Anglais Préparation TOEIC	O	optionnelle															0	0
Groupe d'UE : UE fondamentales																				
2	XMS2PU470	M1 PFA compléments informatique	N	obligatoire	0.4	0.6													1	1
2	XMS2PU480	M1 PFA Job Dating	N	obligatoire															0	0
2	XMS2PU490	M1 PFA Projet Experimental 2	N	obligatoire																8
	XMS2PE491	M1 PFA Introduction à l'Intelligence Artificielle				2													2	
	XMS2PE313	M1 PFA Projet Expérimental 2					4										4		4	
	XMS2PE134	PROBLEME INVERSE				2							2						2	
2	XMS2PU320	M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal 2	N	obligatoire		1							1						1	1
2	XMS2PU330	M1 PFA Physique expérimentale 1	N	obligatoire		3							3						3	3
2	XMS2PU340	Stage ou TER	N	obligatoire	5		5					5		5					10	10
Groupe d'UE : Parcours RPS Bloc 1																				
1	XMS2PU350	Modèle standard et au-delà I	N	optionnelle	2										2				2	2
Groupe d'UE : Tronc Commun RIA DMN																				
2	XMS2PU360	Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 1	N	optionnelle			1							1					1	1
2	XMS2PU370	M1 PFA Introduction à l'énergie nucléaire	N	optionnelle	1										1				1	1

Groupe d'UE : Parcours RPS bloc 2																				
1	XMS2PU380	M1 PFA Noyaux, Astronucléaire et Objets Compacts	N	optionnelle																4
	XMS2PE500	N-corps			2										2				2	
	XMS2PE382	Astronucléaire et Objets Compacts			2										2				2	
1	XMS2PU390	Cosmologie et théorie des champs	N	optionnelle																4
	XMS2PE391	Cosmologie			2										2				2	
	XMS2PE392	Théorie Classique des Champs			2										2				2	
Groupe d'UE : Parcours DMN																				
2	XMS2WU400	M1 PFA Economie de l'energie	N	optionnelle	1							1							1	1
2	XMS2WU410	M1 PFA Cycle du combustible et Matériaux pour le Nucléaire	N	optionnelle																3
	XMS2WE411	M1 PFA Cycle du combustible			2.4										2.4				2.4	
	XMS2WE412	M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire			0.6										0.6				0.6	
2	XMS2PU420	Neutronique - Physique des réacteurs	N	optionnelle																4
2	XMS2PE421	Physique des réacteurs			3.2										3.2				3.2	
	XMS2WE422	M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires				0.8													0.8	
Groupe d'UE : Parcours RIA																				
2	XMS2PU440	M1 PFA Imageries	N	optionnelle																5
	XMS2PE441	M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale			3											3			3	
	XMS2PE442	M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique			1.5										1.5				1.5	
	M034ETC	M1 PFA Master Traceurs						0.5							0.5				0.5	
2	XMS2PU450	M1 PFA Rayonnements Ionisants et Applications Medicales et Industrielles 2	N	optionnelle			3							3					3	3
																		TOTAL	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

XMS1PU380	**M1 PFA Connaissance des Organisations**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 12h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Connaissance des Organisations **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	**Mots clefs :** rationalisation, environnement, structure, contingence. À terme, les étudiants auront des bases suffisamment solides pour être capables : • d'établir des liens pertinents entre notions théoriques et cas concrets • de décrire un contexte organisationnel de stage, de commencer à prendre du recul sur les organisations dans lesquelles ils exerceront leur stage ou leur métier.
Contenu	Le terme d'organisations englobe les entreprises – des plus classiques ou plus disruptives - mais aussi les associations, les administrations, les partis politiques, les sectes… Toutes ont en commun d'être assimilables à des systèmes organisés dynamiques qui répondent à des choix. Observer et interpréter ces choix organisationnels et leur mise en œuvre constitue le fil conducteur de ce cours. Différentes disciplines des sciences sociales s'intéressent aux organisations (anthropologie, économie, gestion, psychologie, sciences cognitives, sociologie, droit) mais ne répondent pas aux mêmes questions. Pourquoi existe-t-il des organisations ? Quels sont les différents types d'organisation ? Quel est l'agencement organisationnel le plus efficace ? Qui détient le pouvoir dans l'organisation ? Comment motiver les membres d'une organisation ? Comment prendre une décision ?… De fait, l'objet "organisation" soulève de multiples interrogations et chaque approche se focalise le plus souvent sur l'un de ces questionnements spécifiques. Cette pluralité de questionnements est essentielle pour comprendre les organisations. L'objectif du cours est de donner des cadres conceptuels et des modes de raisonnement utile à l'analyse des systèmes organisés. Pour permettre aux étudiants de : (1) saisir les différentes représentations des organisations, (2) comprendre, analyser et penser la complexité des organisations, le module donne quelques notions essentielles caractérisant les organisations et leur mode de fonctionnement. • Séance 1 : Introduction : Qu'est-ce qu'une organisation • Séance 2 : Rationalisation des organisations • Séance 3 : L'organisation et ses environnements • Séance 4 : Division du travail, structuration et mécanismes de coordination L'évaluation se fait par une présentation orale par binôme, sur un cas d'organisation mobilisant les différents thèmes vus en cours. **Mots clés** : rationalisation, environnement, structure, contingence.
Méthodes d'enseignement	Alternance cours/exercices/débat à partir de support vidéo.
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	**Les textes obligatoires sont fournis en cours par l'enseignante. Ils peuvent être en français ou en anglais.** Le cours « Connaissances des organisations » n'aborde que quelques notions et à un niveau découverte. Différents manuels reprennent, complètent ou approfondissent ce contenu. Voici une sélection arbitraire de cinq ouvrages : (*) manuel d'initiation ; (**) manuel d'approfondissement ** Bernoux P., (2014). *Sociologie des Organisations*. Paris éd. du Seuil (6e éd.) ** Desreumaux, A., (2015). Théorie des organisations. Paris, EMS éditions, (3e éd). * Misset, S. (2017). Introduction à la sociologie des organisations. Armand Colin. ** Saussois, J.-M., (2016). *Les Organisations. État des savoirs*. Éditions Sciences Humaines, 2016 ** Collectif (2021). *La sociologie de l'entreprise à l'épreuve des transformations contemporaines*. Paris, Presses de Sciences Po, Sociologies pratiques 2021/HS1 (Hors-série)

XMS1PU300	M1 PFA Physique Statistique
Lieu d'enseignement	Nantes Université,UFR Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL BERTONCINI PATRICIA
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 14h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2 **50%** PHYSIQUE STATISTIQUE 1 **50%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2 (XMS1PE301) - PHYSIQUE STATISTIQUE 1 (XMS1PE302)

XMS1PE301	M1 PFA PHYSIQUE STATISTIQUE 2
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Nantes Université
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 14h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 6h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra : • *Connaitre la relation entre la physique statistique et la thermodynamique* • *Savoir faire le calcul des grandeurs thermiques dans les ensembles microcanonique, canonique et grand canonique* • *Connaitre le comptage des états dans les systèmes classiques et quantiques* • *Connaitre le comportement différent des systèmes fermioniques et bosoniques* • *Savoir faire des calculs pour les systèmes fermioniques et bosoniques à l'équilibre* • *Connaitre les propriétés des transitions de phase, leur classification et leurs effets sur les observables* • *Comprendre la théorie de Ginzburg-Landau* • *Savoir faire des calculs simples pour les systèmes qui ont une transition de phase*
Contenu	**Statistiques Quantiques** : Description d'un système de particules identiques indépendantes et indiscernables, Statistique de Fermi-Dirac, Statistique de Bose-Einstein, Gaz de photons. Applications relatives aux étoiles, au noyau, aux matériaux : superfluidité, supraconductivité... **Les états de matière : transitions de phase et équilibres chimiques** : introduction, transition de phase du 1er ordre, transition de phase du 2nd ordre (ex. du ferromagnétisme) **Phénomènes hors équilibre**
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	Livre de B. Diu Physique Statistique Livre de S. Vauclair Physique Statistique

XMS1PE302	PHYSIQUE STATISTIQUE 1
Langue d'enseignement	Mixte

Lieu d’enseignement	UFR Sciences et Techniques
Responsable de la matière	FALLOT MURIEL BERTONCINI PATRICIA
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra : • Connaitre la relation entre la physique statistique et la thermodynamique • Savoir faire le calcul des grandeurs thermiques dans les ensembles microcanonique, canonique et grand canonique • Connaitre le comptage des états dans les systèmes classiques et quantiques
Contenu	• Ensemble micro-canonique : notion de microétats et macroétats, définition fondamentale de l’entropie, espace de phase, états dans les systèmes classiques, entropie d’un système classique, calcul de la distribution de Maxwell Boltzmann, • Ensemble canonique : énergie libre, somme des partitions, relation entre les deux, pression, énergie moyenne, entropie • Ensemble grand-canonique : distribution de Fermi-Dirac et Bose-Einstein, condensat de Bose, théorie de Dirac
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	• *Physique statistique* de B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer et B. Roulet, édition Hermann • *Physique statistique des phénomènes élémentaires aux phénomènes collectifs* de C. Texier et G. Roux, édition Sciences Sup Duno d • *Physique statisitque cours, exercices et problèmes corrigés* de H. T. Diep, édition ellipses

XMS1PU310	**M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal I**
Lieu d’enseignement	Campus Lombarderie
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	HUNEAU CLEMENT
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10.67h **TD :** 4h **CI :** 0h **TP :** 5.33h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL **100%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Savoir - comprendre les opérations sur les signaux : changement de variable ou d'échelle, modulation et convolution - comprendre la notion de couleur de bruit - comprendre les caractéristiques des filtres analogie : diagramme de Bode, ordre, type - comprendre la notion de filtre spatial Savoir-faire - prédire qualitativement le spectre d'un signal (1D) ou d'une image (2D) - calculer le spectre par FFT (Fast Fourier Transform) - prédire et éviter le repliement spectral - utiliser un filtre numérique : réponse impulsionnelle fini (RIF) ou infini (RII) - charger, représenter et traiter des signaux en langage matlab (sous GNU Octave)

Contenu	CHAPITRE - 1 - DES SIGNAUX Introduction 1/ Signal Classes de signaux Octave et Matlab 2/ Opérations simples Changement de variable Changement d'amplitude 3/ Signaux usuels Créneau Sinusoïde complexe Sinus cardinal Impulsion de Dirac Bruit blanc gaussien 4/ Grandeurs caractéristiques Moyenne et fluctuations Puissance et énergie normalisées Rapport signal à bruit (RSB) 5/ Représentation vectorielle des signaux Espace de signaux Norme et énergie d'un signal Distance entre signaux 6/ Produits scalaires Produit de Convolution Corrélations (temporelles) CHAPITRE - 2 - DES SPECTRES Introduction par les séries de Fourier 1/ Transformée de Fourier Définition en fréquence Définition en 2-Dimensions Spectre & Phase 2/ Propriétés de la TF Modulation et Convolution Égalité de Parseval Principe d'incertitude temps/fréquence 3/ Échantillonnage Échantillonnage idéal Théorème d'échantillonnage de Shannon Repliement de spectre 4/ Transformée de Fourier discrète Échelle de la TFD Résolution fréquentielle et Zero padding L'algorithme rapide FFT - Fast Fourier Transform CHAPITRE - 3 - DES FILTRES Introduction aux systèmes linéaires invariants 1/ Fonction de transfert Gain Déphasage et Retard de groupe Filtres idéaux 2/ Réponse impulsionnelle Causalité Réponse impulsionnelle spatiale 3/ Propriétés Linéaire et invariant Mise en cascade Transfert de puissance Gabarit 4/ Filtres analogiques Butterworth Tchebychev Cauer (elliptique) 5/ Filtres numériques Réponse impulsionnelle finie - RIF Réponse impulsionnelle infinie - RII
Méthodes d’enseignement	- Polycopié - Cours interactif et illustré - Travaux pratiques sur ordinateur
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	de Coulon, Frédéric. 1998. *Théorie et traitement des signaux*. Vol. VI. Traité d’Électricité. PPUR Presses polytechniques.

XMS1PU320	**Physique quantique**
Lieu d’enseignement	UFR Sciences et Techniques

Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	GOUSSET THIERRY
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 15h **TD :** 15h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PHYSIQUE QUANTIQUE **80%** M1 PFA Physique Quantique II **20%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- PHYSIQUE QUANTIQUE (XMS1PE111) - M1 PFA Physique Quantique II (XMS1PE321)

XMS1PE111	**PHYSIQUE QUANTIQUE**
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Responsable de la matière	GOUSSET THIERRY
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 12h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	• Connaitre le formalisme de la théorie des perturbations indépendantes du temps (états dégénérés et non-dégénérés) et dépendantes du temps • Savoir déterminer les modifications du spectre en énergie pour des perturbations simples • Connaitre le comportement d'une onde qui arrive sur une barrière d'énergie potentielle (coefficients de réflexion et de transmission, effet tunnel) • Connaitre les notions d'amplitude de diffusion, de section efficace et d'approximation de Born • Savoir faire des calculs dans l'approximation de Born pour des potentiels simples
Contenu	• Théorie des perturbations indépendantes du temps, pour des états non-dégénérés et dégénérés • Théorie des perturbations dépendantes du temps, règle d'or de Fermi • Interaction d'un système avec une onde électromagnétique • Diffusion à une dimension : transition, réflexion, effet tunnel • Introduction à la diffusion à trois dimensions : amplitude de diffusion, section efficace, approximation de Born
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	Mécanique quantique, tome II, Cohen-Tannoudji, Diu, Laloë

XMS1PE321	**M1 PFA Physique Quantique II**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	GOUSSET THIERRY
Volume horaire total	**TOTAL :** 6h Répartition : **CM :** 3h **TD :** 3h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Compléments de physique quantique avancée

Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	Mécanique quantique, tome II, Cohen-Tannoudji, Diu, Laloë

XMS1PU330	**Physique Atomique**
Lieu d’enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	MOKRANI AREZKI
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 12h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PHYSIQUE ATOMIQUE **100%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d’enseignement	
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	

XMS1PU340	**Physique subatomique**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	RAVEL OLIVIER
Volume horaire total	**TOTAL :** 32h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 16h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	Physique nucléaire L3 Mécanique quantique L3
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Physique subatomique **100%**
Obtention de l’UE	
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	Je connais les composants élémentaires de la matière et les interactions fondamentales qui régissent leurs interactions. Je connais et applique les grandes lois de conservations de la physique. Je peux calculer la cinématique des collisions ou de désintégrations des particules élementaires quelque soit l'energie mise en jeu (cas classique ou relativiste). Je sais décrire la structure du noyau atomique en terme de modèle et je sais calculer ses principales propriétés. J'ai une bonne connaissance du contexte experimental mondial, des grands accélerateurs et des experiences majeures en physique subatomique.
Contenu	**Notions fondamentales :** Rappel des lois de cinématique classique. Etude des collisions relativistes. Utilisation des quadrivecteurs et des variables de Mandelstam. Référentiel du laboratoire et du centre de masse, transformation de Lorentz. Lois de conservation, invariance. Energie de seuil et désintégration de particules, durée de vie. Notion de section efficace, chaleur de réaction. **Physique nucléaire :** Description du noyau atomique : - Rappel du modèle de la goutte liquide, formule de masse de Bethe-Weisaker. Energie de liaison : B/A=f(A) - Modèle nucléaire du gaz de Fermi. Calcul de l'énergie et Moment de Fermi. - Modèle en couche : potentiel de l'oscillateur harmonique et de Wood-Saxon, existance des noyaux magiques, couplage spin-orbite - Désintégrations bêta, Règles de transition gamma, lois de sélection **Physique des particules :** - Le Modele Standart : les interactions fondamentales, la classification des particules élémentaires (leptons, quarks, hadrons....). - Nombre quantique leptonique, baryonique, hypercharge, isospin, relation de Gell Mann Nishijima, conjugaison de charge, parité, saveurs, multiplets des hadrons. - Manifestation « directe » des quarks et des gluons (diffusion profondément élastique, modèle des partons, production de jets).
Méthodes d'enseignement	Les notions sont abordées lors de cours magistraux s'appuient sur des supports des sites des grandes expériences (Ex CERN, SLAC, GANIL, BNL...) Des travaux dirigés permettent de mettre en applications les notions de cours. Les exercices s'inspirent des expériences les plus récentes et des dernières découvertes du domaine.
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Noyaux et Particule & Modèle et symetries , Luc Valentin, Edition Hermann Particle Data Boocklet, avalaible from PDG at CERN and BNL : http://www-pdg.lbl.gov/ Nuclear Data base : http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/

XMS1PU350	**Méthodes statistiques**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MASBOU JULIEN
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 10h **CI :** 0h **TP :** 8h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
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
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Méthodes statistiques **100%**

Obtention de l'UE	
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	CHAPITRE 1 - FONCTION DE VARIABLES ALÉATOIRES 1/ Propagation d'erreur 2/ Probabilité d'une fonction de v.a. 3/ Rappel : théorèmes limites CHAPITRE 2 - ESTIMATION STATISTIQUE 1/Introduction aux estimateurs 2/ Qualité d'un estimateur 3/ Estimateurs classiques 4/ Ajustement de plusieurs paramètres CHAPITRE 3 TEST STATISTIQUE Introduction aux test d'hypothèses 1/ Test classiques 2/ Rapport de vraisemblance 3/ Qualité d'un test 4/ Puissance d'un test (ouverture)
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS1PU360	**M1 PFA Physique des detecteurs**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	EUDES PHILIPPE
Volume horaire total	**TOTAL :** 48h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 24h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
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
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Interaction rayonnement matière **50%** M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1 **30%** M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs **20%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- Interaction rayonnement matière (XMS1PE361) - M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1 (XMS1PE362) - M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs (XMS1PE363)

XMS1PE361	**Interaction rayonnement matière**

Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10h **TD :** 10h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l’issue de cet enseignement, l’étudiant sera en mesure (en ayant à disposition ses documents de cours et de TD) : **Connaissance et compréhension** ● 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. **Application et analyse** ● 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. **Synthèse** ● 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	**I - Interaction des particules chargées avec la matière** 1 – Introduction 2 – Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions 2 -1 Collisions : calcul de Bohr 2-2 Formule de Bethe-Bloch 2-3 Analyse de la formule de Bethe 2-4 Notion de parcours 2-5 Perte d'énergie par collisions avec les noyaux 2-6 Courbe de Bragg 2-7 Comportement à très basse énergie 2-8 Estimation pratique du TLE et de R ? 3 – Interaction électron-matière : perte d'énergie par collisions 3-1 Parte d'énergie par collision 3-2 Rayonnement de freinage 3-3 Perte d'énergie totale – Importance des deux effets 3-4 Parcours des électrons – Cas d'un faisceau mono-énergétique **II – Interaction des photons gammas avec la matière** 1 - Les différents mécanismes d'interaction 2 - L'effet photoélectrique 2-1 Description du processus – Fluorescence X – Emission Auger 2-2 Distribution en énergie des électrons 2-3 Section efficace associée 3 – La diffusion Compton 3-1 Description du processus et rappel de la cinématique 3-2 Distribution en énergie des électrons 3-3 Sections efficaces différentielles 3-4 Section efficace intégrée 4 - Production de paires (ou Matérialisation) 4-1 Description du processus 4-2 Distribution en énergie des électrons 4-3 Section efficace associée 5 – Atténuation/Absorption des gammas dans la matière 5-1 Section efficace totale d'interaction 5-2 Atténuation 5-3 Absorption 6 – Application à la spectroscopie gamma 6-1 Spectre en énergie observé dans un détecteur de petite taille 6-2 Spectre en énergie observé dans un détecteur de très grande taille 6-3 Spectre en énergie observé dans un détecteur de taille intermédiaire 6-4 Exemples de spectres réels 6-5 Influence du type de détecteur **III – Gerbes électromagnétique et hadroniques** 1 – Gerbes électromagnétiques 2 – Gerbes hadroniques 2-1 Collisions de deux hadrons à haute énergie 2-2 Schématisation d'une gerbe hadronique 2-3 Les gerbes atmosphériques **IV - Interaction des neutrons avec la matière** 1 – Classement des neutrons 2 – Principales réactions induites par les neutrons : caractéristiques et sections efficaces 3 – Modération des neutrons – Spectroscopie 3-1 Cinématique de la diffusion élastique n-Noyau 3-2 Modération des neutrons ● Interprétation cinématique ● Distribution en énergie des neutrons diffusés ● Léthargie et paramètre de ralentissement ● Applications : détection et réacteurs 3-3 Spectroscopie de neutrons
Méthodes d'enseignement	Premier semestre : 8h CM – 8h TD (classe inversée) Projet : élaborer un problème/exercice sur un sujet imposé - rédiger le texte et la solution Second semestre : 8h dans le cadre de l'UE intitulée Projets simulations
Bibliographie	**Bibliographie et conseils de lecture :** • · 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. J. Phys. G 37 , 7A (2010) 075021* 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 - *Reviews of Modern physics, Vol. 52, 121 (1980)*

XMS1PE362	M1 PFA Détection des Rayonnements Ionisants 1
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	EUDES PHILIPPE
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	- comprendre le principe de la détection des RI ; - connaître les différents types de détecteurs et comprendre leur fonctionnement ; - connaître les notions d'efficacité de détection, de résolution en énergie ; - connaître les différents modes de mesure
Contenu	Dans ce cours on introduira les différents types de détecteurs et des notions importantes relatives à la détections des rayonnements ionisants. 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
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	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

XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les Détecteurs
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 6h **TD :** 6h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Bases de physique des matériaux pour comprendre ce qu'est un semi-conducteur, un conducteur, un isolant, un scintillateur, etc... 1. Structure cristalline 2. Réseau réciproque 3. Liaison cristalline et constantes élastiques 4. Phonons I. Vibrations du réseau 5. Phonons II. Propriétés thermiques 6. Gaz des électrons libres de Fermi 7. Bandes d'énergie 8. Cristaux semi-conducteurs 9. Surfaces de Fermi et métaux 10. Processus optiques et excitons 11. Physique des surfaces et des interfaces 12. Nanostructures 13. Solides non cristallins

Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS1AU000	**Anglais Préparation TOEIC**
Lieu d’enseignement	Distanciel
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE
Volume horaire total	**TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Mécanique,M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 Sciences & Santé,M1 Mathématiques Fondamentales (MF),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS,M1 Chimie Moleculaire et Therapeutique (CMT),M1 ANALYSE MOLECULES MATERIAUX MEDICAMENTS (A3M),M1 LUMIERE MOLECULE MATIERE (LUMOMAT),M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention Bioinformatique,M1 Conception et réalisation des bâtiments,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention GC,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention TM,M1 Biostatistique & Epidémiologie,M1 Earth and Planetary Sciences,M1 GE Ecosystèmes et Bioproduction Marine,M1 CMD MICAS,M1 CMD InnoCare,M1 CMD OHNU,M1 CMD I3,M1 CMD I3,M1 Biologie et médicaments,M1 Biologie et médicaments,M1 Biologie et médicaments,M1 Biologie et médicaments,M1 CMD M4R,M1 Biologie et médicaments,M1 CMI-INA,M1 CMI-OPTIM,M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-GE (M1 EEA),M1 CMI-ICM,M1 Technologie Marine - Parcours International Travaux publics et Maritimes
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Anglais Préparation TOEIC **100%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l’issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de : • Reconnaitre et anticiper les formats de certifications d’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’entrainement.
Contenu	*Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)* • Présentation des formats • Exercices d’entrainement • Conseils pour optimiser son score
Méthodes d’enseignement	Distanciel
Langue d’enseignement	Anglais
Bibliographie	• 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)

XMS2PU470	**M1 PFA compléments informatique**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master

Semestre	2
Responsable de l'UE	ESTIENNE MAGALI
Volume horaire total	**TOTAL :** 15h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 5h **TP :** 10h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Introduction C++ **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	- Savoir écrire un programme orienté objet écrit en C++ - Savoir lire un programme orienté objet écrit en C++ - Appliquer ce savoir dans le contexte de la physique subatomique : logiciel de simulation GEANT4, code d'analyse de données...
Contenu	Introduction au C++ et à la programmation orientée objet - syntaxe du langage - variables et opérateurs - chaines et énumérations - structures de contrôle - Fonctions - pointeurs - classes - héritage
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	*Programming : Principles and Practice using C++*, Bjarne Stroustrup Glen Cowan RHUL *Physics Computing and Statistical Data Analysis London Computing Course* *Mini Manuel de C++* Jean-Michel Réveillac, Dunod *Introduction à la programmation orientée objet en C++*, Fabio Hernandez, CNRS/in2p3 http://www.cplusplus.com/reference/ https://fr.cppreference.com/w/

XMS2PU480	**M1 PFA Job Dating**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Job Dating **0%**

Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Gagner de l'expérience pour de futurs entretiens d'embauche pour l'industrie mais aussi la recherche
Contenu	Job Dating organisé par le Pôle FOCAL pour aider les étudiants à trouver une alternance, un stage, constituer leur carnet d'adresse.
Méthodes d’enseignement	
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU490	**M1 PFA Projet Experimental 2**
Lieu d’enseignement	Nantes Université
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	RAVEL OLIVIER FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 56.67h Répartition : **CM :** 6.67h **TD :** 2.67h **CI :** 0h **TP :** 47.33h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Introduction à l’Intelligence Artificielle **25%** M1 PFA Projet Expérimental 2 **50%** PROBLEME INVERSE **25%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- M1 PFA Introduction à l’Intelligence Artificielle (XMS2PE491) - M1 PFA Projet Expérimental 2 (XMS2PE313) - PROBLEME INVERSE (XMS2PE134)

XMS2PE491	**M1 PFA Introduction à l’Intelligence Artificielle**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	YERMIA FREDERIC
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 12h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	En fonction du parcours de Master choisi : - être capable de mettre en oeuvre une simulation avec le langage Python en appui d'un projet expérimental ; - être capable d'utiliser une simulation existante avec le logiciel GEANT4 en appui d'un projet expérimental
Contenu	Simulations et initiation aux techniques les plus simples de l'intelligence artificielle mises en oeuvre en physique subatomique.

Méthodes d’enseignement	Par projet
Bibliographie	

XMS2PE313	**M1 PFA Projet Expérimental 2**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	Nantes Université
Responsable de la matière	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 30h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Suivre un protocole de mesure. Réaliser et analyser des mesures expérimentales. Travailler de manière autonome et en équipe.
Contenu	Mettre en oeuvre les acquis de l'UE Physique Expérimentale 1 dans le cadre d'un projet expérimental à mener en équipe et pour lequel on associera également des compétences de simulations. On utilisera les méthodes statistiques et de Monte Carlo vues par ailleurs. Pour cet enseignement, les étudiants auront accès à des détecteurs et de l'électronique utilisés dans les expériences modernes de physique subatomique. Ce module se veut être une vraie initiation à la recherche expérimentale en physique subatomique.
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS2PE134	**PROBLEME INVERSE**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	HUNEAU CLEMENT
Volume horaire total	**TOTAL :** 14.67h Répartition : **CM :** 6.67h **TD :** 2.67h **CI :** 0h **TP :** 5.33h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Savoir - comprendre les problèmes mal posés et la nécessité de régulariser Savoir-faire - utiliser un algorithme pour optimiser un critère d'estimation - régulariser le critère d'un problème inverse par l'information a priori
Contenu	PROBLÈMES INVERSES 1/ Introduction Modèle direct/inverse Séparation de sources, Tomographie, Déconvolution Caractérisation ou cartographie ? 2/ Problèmes mal posés Conditionnement Propagation d'erreur 3/ Régularisation Compromis Biais/Variance Quadratique Parcimonieuse
Méthodes d’enseignement	- Polycopié - Cours interactif et illustré - Travaux pratiques sur ordinateur
Bibliographie	Idier, Jérôme. 2001. Approche bayésienne pour les problèmes inverses. Hermes Science Publications. IC2 Signal et Image. Lavoisier.

XMS2PU320	**M1 PFA Acquisition et Traitement du Signal 2**
Lieu d’enseignement	Campus Lombarderie

Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	HUNEAU CLEMENT
Volume horaire total	**TOTAL :** 10.67h Répartition : **CM :** 2.67h **TD :** 2.67h **CI :** 0h **TP :** 5.33h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 Représentation et Détection de Signaux **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	- représentation temps-fréquence de signaux - détection par filtres adaptés
Contenu	Application du traitement du signal aux signaux physiques - diagramme temps-fréquence - égalisation de bruit - détection par filtre adapté
Méthodes d'enseignement	- Polycopié - Cours interactif et illustré - Travaux pratiques sur ordinateur
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU330	**M1 PFA Physique expérimentale 1**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	RAVEL OLIVIER
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 30h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	Physique nucléaire de L3 Interaction rayonnement matière de M1
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Physique expérimentale 1 **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Suivre un protocole de mesure. Réaliser et analyser des mesures expérimentales. Travailler de manière autonome et en équipe.

Contenu	**Panorama des effets physiques et des techniques expérimentales utilisés en physique subatomique :** - spectroscopie alpha (détecteur Si (Li)), spectrométrie gamma (détecteur HPGe), corrélation de rayonnement gamma ; - étude électronique d'un photomultiplicateur + préamplificateur - radioprotection (principe d'ALARA, étude de poste) - Geiger-Muller/ distribution de nombres aléatoires - atténuation des gammas dans la matière ; - effet Compton. **Premier Projet Expérimental à mettre en place en groupe :** - caméra TEP - détection de muons cosmiques -...
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU340	**Stage ou TER**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	GOUSSET THIERRY
Volume horaire total	**TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Stage ou TER **100%**
Obtention de l'UE	L'étudiant DA doit effectué un stage ou TER pour valider l'UE.
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU350	**Modèle standard et au-delà I**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	SAMI TAKLIT
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10h **TD :** 10h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h

Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Modèle standard et au-delà I **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	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.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU360	**Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 1**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	HADDAD FERID
Volume horaire total	**TOTAL :** 10h Répartition : **CM :** 5h **TD :** 5h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	Physique nucléaire de L3. Physique subatomique de M1
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 1 **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Connaître les différentes applications des rayonnements ionisants dans l'industrie et dans le monde médical. Travailler en équipe. Rédiger un compte-rendu.
Contenu	Tronc commun (10h): • Rappel sur les rayonnements ionisants (4h) • Applications médicales des rayonnements ionisants : (6h) focus production de radionucléides

Méthodes d’enseignement	
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU370	**M1 PFA Introduction à l'énergie nucléaire**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 10h Répartition : **CM :** 5h **TD :** 5h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Introduction à l'énergie nucléaire **100%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Connaître le contexte mondial des recherches sur l’énergie nucléaire et les bases du fonctionnement des réacteurs nucléaires. Connaître le contexte nucléaire français : parc de réacteurs, filières, sûreté, démantèlement, projets en cours de réacteurs du futur.
Contenu	- Introduction à l'énergie nucléaire en France : contexte historique, notion de filière de réacteur, parc nucléaire français, cycle du combustible, sûreté, démantèlement, réacteurs du futur - Introduction à la neutronique, définitions ; différents types de réaction, classement des neutrons en fonction de leur énergie, sections efficaces macroscopiques, interactions avec les neutrons, réactions de fission, capture, absorption, diffusion ;
Méthodes d’enseignement	
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	-Précis de neutronique de Paul Reuss -Génie énergétique : Energie nucléaire de Jacques Bernard (tomes 1 et 2) -Physique des réacteurs nucléaires de puissance de Robert Barjon - Documents/cours disponibles sur le web des Techniques de l’Ingénieur sur le Génie Nucléaire

XMS2PU380	**M1 PFA Noyaux, Astronucléaire et Objets Compacts**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 45.34h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 45.34h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	

UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	N-corps **50%** Astronucléaire et Objets Compacts **50%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- N-corps (XMS2PE500) - Astronucléaire et Objets Compacts (XMS2PE382)

XMS2PE500	**N-corps**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 24h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Ensembles classiques. Fonctions de distribution réduites. Equations cinétiques. Equation de Boltzmann. Approximation du temps de relaxation. Applications. Rappels de mécanique quantique: représentations ''r'' et ''p'', de Schrodinger et de Heisenberg. Particules indiscernables, bosons et fermions. Etats complètement symétriques et antisymétriques. Matrice densité. Matrices densité réduites et leur évolution. Seconde quantification. Systèmes de particules en nombre variable. L'espace de Fock. Opérateurs de création et annihilation de bosons et de fermions. Etats de l'espace de Fock. Opérateurs a`plusieurs corps. Opérateurs de champ. Changement de base. Equations de champ. Equations d'évolution des opérateurs de champ. Gaz de Fermions. Gaz parfait. Fermions en interaction: gaz d'électrons. Gaz de Bosons. Gaz parfait. Bosons en interaction: Approximation de Bogoliubov. Ondes de densité. Notions de superfluidité et de superconductivité.
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PE382	**Astronucléaire et Objets Compacts**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 21.34h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 21.34h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	*Objectifs : Connaitre le cycle des étoiles, de leur formation jusqu'à leur évolution vers les stades ultimes des objets compacts, en passant par leurs fonctionnements via les équilibres thermonucléaires et hydrostatiques.* - **Introduction** et rappel sur les structures et les échelles de l'Univers : systèmes stellaires, galaxie, amas de galaxie, grandes structure de l'Univers, écologie galactique et pouponnières d'étoiles... - **Comment naissent les étoiles ?** - le processus de formation stellaire (nuages de gaz galactiques, accrétion et effondrement gravitationnels) - les principes des équilibres stellaires : pression gravitationnelle, hydrostatique et réactions nucléaires - les principales réactions de fusions nucléaires en jeu au sein des étoiles durant leur vie : chaine p-p, cycle CNO, nucléosynthèse stellaire, formation du fer et arrêt des réactions nucléaires - **> Comment meurent les étoiles ?** - évolution vers les objets compacts : phases de géantes et supergéantes rouges, flashs d'hélium - événements cataclysmiques : novae et super novae : dynamique (effondrement des couches supérieur, neutronisation du coeur, rebond gravitationnel, éjection des couches supérieur), thermodynamique (émissions spectrales, choques, ...) et observables (luminosité, émissions, neutrinos CC, ...) - stades ultimes et objets compacts : naines blanches, étoiles à neutron, trou noirs. Quelles étoiles se transforment en quoi : masse de Chandrasekhar, rayon de Schwarzschild, pression de dégénérescences des électrons, ... - **Résumer du cycle stellaire** via le diagramme H-R : naissance et séquence principale d'âge zéro (SPAZ), rougissent spectral, asymptote des supergéantes, évolution vers les objets compacts.
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU390	**Cosmologie et théorie des champs**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MASBOU JULIEN
Volume horaire total	**TOTAL :** 47.34h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 47.34h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Cosmologie **50%** Théorie Classique des Champs **50%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- Cosmologie (XMS2PE391) - Théorie Classique des Champs (XMS2PE392)

XMS2PE391	**Cosmologie**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 23.34h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 23.34h **TP :** 0h **EAD :** 0h

Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	• mise en place du modèle du Big Bang • relativité générale • observations et principe cosmologique • métrique et équations de Friedmann • dynamique de l'univers • le rayonnement fossile • nucléosynthèse primordiale • cosmologie observationnelle : paramètres cosmologiques, mesure des distances, échelle cosmique avec Céphéides et SN1a • tension de Hubble
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PE392	**Théorie Classique des Champs**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 24h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	- Principe de moindre action - Champ scalaire relativiste - Invariance et loi de conservation - Symétries internes et symétries d'espace-temps - Représentation du groupe de Lorentz - Champ vectoriel - Invariance de jauge et interaction - Champ de spin 1/2
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2WU400	**M1 PFA Economie de l'energie**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	**TOTAL :** 10h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 10h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Economie de l'energie **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	- comprendre le fonctionnement du marché de l'électricité - savoir calculer les coûts de production (LCOE).
Contenu	1. Objectifs L'objectif du cours est l'acquisition de connaissances générales dans le domaine de l'économie de l'énergie, avec un focus particulier sur l'électricité. Le cours vise à développer les aptitudes des élèves à comprendre les problématiques énergétiques par le prisme de l'analyse des coûts associés à la production d'énergie. Les résultats d'apprentissage visés sont de comprendre le fonctionnement du marché de l'électricité et de savoir calculer les coûts de production (LCOE). 2. Description - Chapitre 1 : L'énergie primaire - Chapitre 2 : Marchés de l'électricité (EU) - Chapitre 3 : Le coût de l'électricité - Chapitre 4 : Les scénarios énergétiques RTE (2021)
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2WU410	**M1 PFA Cycle du combustible et Matériaux pour le Nucléaire**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 15h **TD :** 15h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Cycle du combustible **80%** M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire **20%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- M1 PFA Cycle du combustible (XMS2WE411) - M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire (XMS2WE412)

XMS2WE411	**M1 PFA Cycle du combustible**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10h **TD :** 10h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	1. Amont du cycle : de l'extraction minière de l'uranium à la fabrication des pastilles - Ressources et exploitations minières : méthodologie, contraintes, impacts environnemental - Du traitement du minerai vers la fabrication des pastilles 2. Aval du cycle - Traitement du combustible usé (PUREX) - Concept multi-barrières (ou défense en profondeur) et panorama international des stratégies de gestion des déchets 3. Déchets radioactifs - Inventaire et classification - Gestion industrielle : TFA et FMAVC - Projets en étude : FAVL, HA et MAVL
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2WE412	**M1 PFA Matériaux pour le Nucléaire**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 10h Répartition : **CM :** 5h **TD :** 5h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Introduction aux matériaux pour le nucléaire • Céramique combustible, • Graphite • Alliages métalliques (acier, zircaloy), • Béton • Argile
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU420	**Neutronique - Physique des réacteurs**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 45h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 40h **TP :** 5h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Physique des réacteurs **80%** M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires **20%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- Physique des réacteurs (XMS2PE421) - M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires (XMS2WE422)

XMS2PE421	Physique des réacteurs
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 40h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 40h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Connaître le contexte mondial des recherches sur l'énergie nucléaire et les bases du fonctionnement des réacteurs nucléaires. Connaître le contexte nucléaire français : parc de réacteurs, filières, sûreté, démantèlement, projets en cours de réacteurs du futur. Utiliser ses connaissances en physique nucléaire pour calculer des taux de réaction. Utiliser ses connaissances en neutronique pour calculer les paramètres d'un réacteur tels que le coefficient multiplicateur, taux de conversion, coefficients de réactivité. Réaliser des calculs neutroniques de base en appliquant l'équation de la diffusion et la cinétique point.
Contenu	Suite de la Neutronique 1 : - Formule à 4 facteurs + fuites, introduction à l'équation de Boltzmann - Neutronique et énergie: ralentissement et thermalisation des neutrons : milieu sans absorption, modèle de l'âge de Fermi, milieu absorbant, trappe, effet Doppler - Effets de température (coefficients de réactivité), comparaison de différentes filières de réacteurs - Neutronique et espace : loi de Fick, établissement de l'équation de la diffusion (à 1 groupe) - Cinétique des réacteurs : cinétique ponctuelle
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	-Précis de neutronique de Paul Reuss -Génie énergétique : Energie nucléaire de Jacques Bernard (tomes 1 et 2) -Physique des réacteurs nucléaires de puissance de Robert Barjon - Documents/cours disponibles sur le web des Techniques de l'Ingénieur sur le Génie Nucléaire

XMS2WE422	M1 PFA Simulation de Scénarios Electronucléaires
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 5h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 5h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	1. Objectifs L'objectif de ce TP est de comprendre par la modélisation les bilans matières mis en jeu dans un parc nucléaire simplifié, proche du cas français. Un focus particulier est mis sur la production des produits de fission, d'actinides mineurs et de plutonium dans les différentes usines du cycle. 2. Description - Prise en main / Rappel de Linux - Prise en main de l'outil de simulation du cycle CLASS (C++) - Simulation d'un cycle ouvert - Simulation d'un cycle avec mono recyclage du plutonium - Équilibre d'un parc REP - UOX/MOX 3. Évaluation - Rédaction d'un rapport de TP
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU440	M1 PFA Imageries

Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 53h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 53h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale **60%** M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique **30%** M1 PFA Master Traceurs **10%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale (XMS2PE441) - M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique (XMS2PE442) - M1 PFA Master Traceurs (M034ETC)

XMS2PE441	**M1 PFA Introduction à l'imagerie médicale**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 30h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 30h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Introduction à l’imagerie médicale (30h) 1 – Ultrasons **Ludovic Ferrer (8h)** 2 – Technologie conventionnelle SPECT **Nicolas Varmenot (4h)** 3 – Technologie TEP **Thomas Carlier (4h)** 4 – Technologie RX **Luis Ammour (8h)** 5 – Radiopharmaceutiques: description et applications cliniques – **Caroline Rousseau (2h)** 6 – Module découverte pratique : RT externe, MN, Radio (en soirée) (pas d’évaluation à la suite) **(4h)**
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS2PE442	**M1 PFA Imagerie par Resonance Magnetique**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 14h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 14h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	Introduction à la RMN et l'IRM (15h) 1 – la RMN **Elena Ishow (5h)** 2 – IRM **Elena Ishow (10h)**
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

M034ETC	**M1 PFA Master Traceurs**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE BAILLY CLEMENT
Volume horaire total	**TOTAL :** 9h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 9h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	L'objectif de cette formation est l'apprentissage des bases de l'utilisation des traceurs et radiopharmaceutiques pour l'imagerie et la thérapie. Le programme, au travers de cours magistraux, couvre l'ensemble des étapes permettant la production des radionucléides, l'élaboration des radiopharmaceutiques, l'acquisition et le traitement des images.
Contenu	9h de cours mutualisés avec l'UE Traceurs, explorations fonctionnelles et métaboliques(M718017) de l'UFR de médecine L'UE se déroule au premier semestre et fait intervenir des enseignants du Pôle Santé de Nantes Université, des chercheurs du CRCINA (Centre de Recherche en Cancérologie et Immunologie Nantes Angers) et des médecins nucléaires du CHU de Nantes et de l'ICO René Gauducheau. 1 - Imagerie Moléculaire **Caroline Rousseau (2h)** 2 - FDG **Caroline Rousseau (1h)** 3 - PK **Latifa Rbah-Vidal (2h)** 4 - Utilisation radioéléments médecine **Alain Faivre-Chauvet (2h)** 5 - Arronax **Mickaël Bourgeois (2h)**
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU450	**M1 PFA Rayonnements Ionisants et Applications Medicales et Industrielles 2**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	HADDAD FERID
Volume horaire total	**TOTAL :** 22h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 22h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 PFA Physique Fondamentale et Applications
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M1 PFA Rayonnements Ionisants et Applications 2 **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	

Contenu	Tronc commun (10h): • Rappel sur les rayonnements ionisants (4h) • Applications médicales des rayonnements ionisants : (6h) focus production de radionucléides Spécialisation (22h) : • Introduction aux grands instruments générant des Radiations ionisantes (sources, accélérateurs, réacteurs nucléaires ...) (4h) • Introduction à la radioprotection (notion de bases et principe ALARA) (3h) • - Compléments sur les applications médicales des RI : (10h) - imagerie nucléaire pour le diagnostic - radiothérapie externe conventionnelle et innovante • -radiothérapie interne vectorisée (beta, alpha, électrons Augers ou de conversion) • - Aspects théranostiques • - Mooc au coeur de la radioactivité médicale Applications industrielles des RI (hors énergie nucléaire) – (5H) - Méthodes d'analyses non destructives : - utilisation dans l'industrie des méthodes nucléaires (jauges, sondes, etc) - méthodes PIXE, RBS, activation neutronique, rayonnement synchrotron - méthodes de datation nucléaire - méthode de stérilisation Evaluation sous forme de projets en binôme. Un premier projet sur la partie tronc commun et un approfondissement du projet sur la partie spécialité (4h accompagnement) + validation du MOOC
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

Dernière modification par VIRGINIE BLOT, le 2024-05-18 09:36:16