

Master 2 M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)

Année universitaire 2025-2026

Information générale

Objectifs	Le parcours RIA permet de s'insérer dans le secteur de la santé (Physique médicale, imagerie, radiobiologie...) et dans les industries utilisant des rayonnements ionisants et des techniques nucléaires (énergie nucléaire, détections, radioprotection....). Les applications liées à la physique nucléaire, à l'utilisation des rayonnements ionisants en médecine et dans l'industrie sont étudiées. Le parcours RIA est spécialisé dans la formation en physique médicale. Ce parcours est habilité depuis 10 ans à préparer le concours national du DQPRM (Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale) qui permet de suivre la formation pour devenir physicien médical. Le parcours s'appuie sur les compétences pluridisciplinaires et uniques en France des enseignants-rechercheurs, des chercheurs du laboratoire SUBATECH et des physiciens médicaux du CRCNA et de l'ICO), du centre de lutte contre le cancer René Gauducheau et du CHU de Nantes. Il existe un partenariat fort entre le cyclotron ARRONAX dédié à la recherche et à la production de radioéléments pour la médecine et le master (TP, stages, projets).
Responsable(s)	HUCLIER SANDRINE
Mention(s) incluant ce parcours	master Physique Fondamentale et Applications
Lieu d'enseignement	Ecole des Mines de Nantes UFR Sciences et Techniques
Langues / mobilité internationale	
Stage / alternance	Stage de 4 à 6 mois
Poursuite d'études /débouchés	concours du DQPRM à l'INSTN (Saclay) Physicien Médical Production de radioéléments pour la médecine Ingenieur Radioprotection Imagerie médicale Doctoretat
Autres renseignements	
Conditions d'obtention de l'année	<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"> • 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 <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>Conditions de validation de l'année propre au parcours :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Règle de compensation : 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. • Notes seuil : 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. La note à l'une de ces UE ne peut être inférieure à 8/20. • Informations spécifiques au parcours : préparation au passage du concours DQPRM La note aux UE de spécialité de 3ECTS ou plus ne peut être inférieure à 8/20. Sont concernées les UE de spécialité suivantes : XMS3PU500 et XMS3PU520

Programme

1 ^{er} 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 : Complément pour les alternants (0 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC1																				
Projets Tutorés Alternants	XMS3PU540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M2 PFA RIA Réglementation Radioprotection	XMS3PU530	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	15	
Groupe d'UE : Parcours RIA (13 ECTS)																				
Dosimétrie et Physique de la Radiothérapie externe	XMS3PU500	6	43	43	0	0	0	0	0	11	11	0	0	8	0	0	0	0	62	
Dosimétrie externe	XMS3PE501		8	8	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	19	
Dosimétrie et physique de la radiothérapie externe	XMS3PE502		23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	31	
Radiobiologie	XMS3PE503		12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
Imagerie Médicale : de la reconstruction au traitement	XMS3PU520	7	29	29	0	0	16	16	0	0	2	2	0	0	18	18	0	0	65	
Dosimétrie	XMS3PE521		10	10	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	12	
Techniques d'imagerie et imagerie quantitative	XMS3PE522		0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	18	
Traitement d'images	XMS3PE523		19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	35	
Préparation concours DQPRM	XMS3PU510	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	12	
Groupe d'UE : Tronc commun RIA/DMN (7 ECTS)																				
Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR	XMS3PU480	7	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	
Groupe d'UE : Tronc commun (10 ECTS)																				
M2 PFA Modélisation	XMS3PU470	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	37	37	0	0	40	
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 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	
Total		30																	405.00	

2 ^{ème} 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 : Expérience professionnelle : 1 UE au choix (30 ECTS)																				
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	
Total		30																	0.00 0.00	

Modalités d'évaluation

Mention Master 2ème année

Parcours : M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)

Année universitaire 2025-2026

Responsable(s) : HUCLIER SANDRINE

REGIME ORDINAIRE

				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		
Groupe d'UE : Complément pour les alternants																		
3	XMS3PU540	Projets Tutorés Alternants	N	optionnelle													0	0
3	XMS3PU530	M2 PFA RIA Réglementation Radioprotection	N	optionnelle													0	0
Groupe d'UE : Parcours RIA																		
3	XMS3PU500	Dosimétrie et Physique de la Radiothérapie externe	N	obligatoire													6	
	XMS3PE501	Dosimétrie externe			1.8									1.8			1.8	
	XMS3PE502	dosimétrie et physique de la radiothérapie externe			2.4	0.6						0.6		2.4			3	
	XMS3PE503	Radiobiologie			1.2									1.2			1.2	
3	XMS3PU520	Imagerie Médicale : de la reconstruction au traitement	N	obligatoire													7	
3	XMS3PE521	Dosimétrie			1.4									1.4			1.4	
3	XMS3PE522	Techniques d'imagerie et imagerie quantitative			1.58	0.53						0.53		1.58			2.1	
	XMS3PE523	Traitements d'images			1.75	1.75						1.75		1.75			3.5	
3	XMS3PU510	Préparation concours DQPRM	O	obligatoire													0	0
Groupe d'UE : Tronc commun RIA/DMN																		
3	XMS3PU480	Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR	N	obligatoire													7	
	XMS3PE481	mesures nucléaires et préparation de sources			3.5									3.5			3.5	
	XMS3PE482	radioprotection			1.75									1.75			1.75	
	XMS3PE483	TP métrologie nucléaire- radiopro			1.75							1.75					1.75	
Groupe d'UE : Tronc commun																		
3	XMS3PU470	M2 PFA Modelisation	N	obligatoire	3							3					3	3
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	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	

Groupe d'UE : UE libre (UE de Master 1 ou prépa TOEIC)																		
3	XMS3AU000	Préparation au toeic	O	optionnelle												0	0	
1	XMS1PU360	M1 PFA Physique des détecteurs	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	
2	XMS2PU470	M1 PFA compléments informatique	O	optionnelle												0	0	
Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix																		
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
																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'ASSIDUITÉ

	XMS1PE363	M1 PFA Physique des matériaux pour les DéTECTEURS															0		
2	XMS2PU470	M1 PFA compléments informatique	O	optionnelle													0	0	
Groupe d'UE : Expérience professionnelle : 1 UE au choix																			
4	XMS4PU400	Stage	N	optionnelle													30	30	
4	XMS4PU410	Périodes de formation alternées en milieu pro.	N	optionnelle													30	30	
																	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

XMS3PU540		Projets Tutorés Alternants
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		
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	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	M2 PFA RIA Projets Tutorés Alternants 0%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu		
Méthodes d'enseignement		
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie		

XMS3PU530		M2 PFA RIA Réglementation Radioprotection
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	TOTAL : 15h Répartition : CM : 0h TD : 15h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h	
Place de l'enseignement		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	M2 PFA RIA Réglementation Radioprotection 0%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu		
Méthodes d'enseignement		

Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS3PU500		Dosimétrie et Physique de la Radiothérapie externe
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		
Volume horaire total	TOTAL : 62h Répartition : CM : 43h TD : 11h CI : 0h TP : 8h EAD : 0h	
Place de l'enseignement		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	Dosimétrie externe 30% dosimétrie et physique de la radiothérapie externe 50% Radiobiologie 20%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Liste des matières	<ul style="list-style-type: none"> - Dosimétrie externe (XMS3PE501) - dosimétrie et physique de la radiothérapie externe (XMS3PE502) - Radiobiologie (XMS3PE503) 	

XMS3PE501		Dosimétrie externe
Langue d'enseignement		Français
Lieu d'enseignement		
Responsable de la matière		Moignier Alexandra HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	TOTAL : 19h Répartition : CM : 8h TD : 11h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h	
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> -Protocoles de dosimétrie (8h) -Curiethérapie : techniques de traitement, calcul et spécification de la dose (5h) -Algorithme de calcul de dose (6h) 	
Méthodes d'enseignement		
Bibliographie		

XMS3PE502		dosimétrie et physique de la radiothérapie externe
Langue d'enseignement		Français
Lieu d'enseignement		
Responsable de la matière		Moignier Alexandra HUCLIER SANDRINE

Volume horaire total	TOTAL : 31h Répartition : CM : 23h TD : 0h CI : 0h TP : 8h EAD : 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> -Description des faisceaux : qualité des faisceaux, caractérisation dans les milieux et paramètres d'influence (6h) - Fonctionnement des accélérateurs de particules (8h) - Hadronthérapie: définition, état des lieux, applications cliniques, dosimétrie et défis à venir (2h) -Détecteurs pour la dosimétrie absolue (3h) -Détecteurs pour la dosimétrie relative (3h) -Détecteurs 2D/3D (1h) - TP GATE (8h)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS3PE503	Radiobiologie
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE Moignier Alexandra
Volume horaire total	TOTAL : 12h Répartition : CM : 12h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> -Radiobiologie : point de vue du physicien médical (8h) -Radiobiologie : point de vue du biologiste (4h)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS3PU520	Imagerie Médicale : de la reconstruction au traitement
Lieu d'enseignement	IMT Atlantique
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	HUNEAU CLEMENT CARLIER THOMAS
Volume horaire total	TOTAL : 65h Répartition : CM : 29h TD : 2h CI : 16h TP : 18h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Dosimétrie 20% Techniques d'imagerie et imagerie quantitative 30% Traitement d'images 50%
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	<ul style="list-style-type: none"> - Dosimétrie (XMS3PE521) - Techniques d'imagerie et imagerie quantitative (XMS3PE522) - Traitement d'images (XMS3PE523)

XMS3PE521	Dosimétrie
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	TOTAL : 12h Répartition : CM : 10h TD : 2h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	-Dosimétrie en radiologie conventionnelle, interventionnelle et scanographie (3h) -Dosimétrie pour la radiothérapie interne vectorisée (7h + 2h TD)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS3PE522	Techniques d'imagerie et imagerie quantitative
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	IMT Atlantique
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total	TOTAL : 18h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 16h TP : 2h EAD : 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	-Médecine nucléaire : quantification (6h) -IRM (6h) - Technique avancée en CT (dual energy, photon counting...) (2h) - Nouvelle technologie TEP (grand-champ/préclinique) et SPECT (CZT) (2h) - TP/TD IRM (2h)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS3PE523	Traitement d'images
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HUCLIER SANDRINE CARLIER THOMAS
Volume horaire total	TOTAL : 35h Répartition : CM : 19h TD : 0h CI : 0h TP : 16h EAD : 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	-Traitement d'images + recalage/fusion + segmentation + intro CNN (9h) - Caractérisation des images (2h) - Reconstruction tomographique (FBP + MLEM + algébrique) (8h) - TP analyse d'image (simpleITK : filtrage, recalage, segmentation) (9h) - TP reconstruction (4h) - TP/TD caractérisation (3h)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS3PU510		Préparation concours DQPRM
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total		TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement		
UE pré-requise(s)		
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA)	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	Préparation concours DQPRM 100%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu	Préparation spécifique au concour du DQPRM Travail spécifique avec les annales du concours Intervention des professeurs et physicien médicaux de la formation, lors des session de préparation.	
Méthodes d'enseignement		
Langue d'enseignement	Français	
Bibliographie		

XMS3PU480		Mesures nucléaires et radioprotection, certification PCR
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		HUCLIER SANDRINE
Volume horaire total		TOTAL : 80h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 59h TP : 21h EAD : 0h
Place de l'enseignement		
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	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	mesures nucléaires et préparation de sources 50% radioprotection 25% TP métrologie nucléaire- radiopro 25%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Liste des matières	- mesures nucléaires et préparation de sources (XMS3PE481) - radioprotection (XMS3PE482) - TP métrologie nucléaire- radiopro (XMS3PE483)	

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

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

XMS3PE483		TP métrologie nucléaire- radiopro
Langue d'enseignement	Français	

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

XMS3PU470		M2 PFA Modelisation
Lieu d'enseignement		
Niveau	Master	
Semestre	3	
Responsable de l'UE	Porta Amanda	
Volume horaire total	TOTAL : 40h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 3h TP : 37h EAD : 0h	
Place de l'enseignement		
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	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Modélisations 100%	
Obtention de l'UE		
Programme		
Objectifs (résultats d'apprentissage)		
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> - Comprendre les principes de la méthode Monte Carlo - Connaître les bases du langage C++ et initiation au logiciel ROOT - Connaitre 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) - 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). - 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 <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		

XMS3PU450		M2 PFA Bases de Physique Nucléaire
Lieu d'enseignement		
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		FALLOT MURIEL
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	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Physique du noyau et réactions nucléaires pour les applications 100%	
Obtention de l'UE		
Programme		
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		

XMS3PU460		M2 PFA Projet Ingénierie / Projet Expérimental
Lieu d'enseignement		IMT Atlantique
Niveau		Master
Semestre		3
Responsable de l'UE		YERMIA FREDERIC HADDAD FERID
Volume horaire total		TOTAL : 30h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 30h EAD : 0h
Place de l'enseignement		
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	
Evaluation		
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Projet Ingénierie/Projet Expérimental 100%	
Obtention de l'UE		
Programme		
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	

XMS3PU440	M2 PFA Soft Skills
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	TOTAL : 43h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 43h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
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
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	M2 PFA Monde du Travail 50% M2 PFA Qualification AGILE 25% M2 PFA Gestion de Projet et Qualité 25%
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- M2 PFA Monde du Travail (XMS3PE441) - M2 PFA Qualification AGILE (XMS3PE442) - M2 PFA Gestion de Projet et Qualité (XMS3PE443)

XMS3PF441	M2 PFA Monde du Travail
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	TOTAL : 18h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 18h TP : 0h EAD : 0h
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	

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

XMS3PE443	M2 PFA Gestion de Projet et Qualité
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	GHAFFARI Sarah
Volume horaire total	TOTAL : 10h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 10h TP : 0h EAD : 0h
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	

XMS3AU000	Préparation au toeic
Lieu d'enseignement	FST-Lombarderie
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE
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	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
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Préparation au TOEIC 100%
Obtention de l'UE	Validation de l'UE avec un score minimal de 785 (B2) pour la labellisation CMI INA et ICM.
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et anticiper les formats de certifications en anglais. • Compléter les réponses exigées par les tests de certifications. • Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement. <p>At the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recognize and anticipate certification formats in English. • Complete the answers required by the certification tests. • To be able to optimize their results to certifications thanks to an applied work methodology during training sessions.
Contenu	<p><i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation des formats • Exercices d'entraînement • Conseils pour optimiser son score <p><i>Prepare to obtain certification in English (objective B2 and +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation of formats • Training exercises • Tips to optimize your score
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • 200% TOEIC 2017 Listening & Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson) • TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern) • Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew) • Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)

XMS1PU360	M1 PFA Physique des détecteurs
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)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure (en ayant à disposition ses documents de cours et de TD) :</p> <p>Connaissance et compréhension</p> <ul style="list-style-type: none"> ● D'expliquer les différents mécanismes qui interviennent lors de l'interaction d'une particule avec la matière, cette particule pouvant être un neutron (type de réaction et section efficace associée), un photon gamma (effet photoélectrique, diffusion Compton et création de paires et sections efficaces associées) ou une particule chargée (perte d'énergie par collisions et par rayonnement de freinage). ● De décrire l'évolution de ces mécanismes selon la gamme en énergie de la particule primaire et la nature du matériau. <p>Application et analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De mettre en rapport l'ensemble de ces connaissances pour identifier les mécanismes physiques lors de la détection des gammes, des neutrons et des particules chargées dans le cadre d'exercices d'applications ● De produire et d'utiliser les résultats fournis par un logiciel de type SRIM (the Stopping and Range of Ions in Matter) pour résoudre des problèmes liés à la perte d'énergie et/ou au parcours de particules chargées dans n'importe quel type de matériau, simple ou composé ● D'utiliser les connaissances de bases qu'il aura acquises dans cette unité d'enseignement, connaissances indispensables pour aborder la physique de la détection et le principe de fonctionnement de tous les types de détecteurs en physique subatomique (cours de M2) dans les différents domaines en énergie concernés. <p>Synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De trouver l'information pertinente pour analyser du point de vue des mécanismes d'interaction mis en jeu, un problème relevant de l'interaction entre un type de rayonnement (gamma, neutron ou particules chargées) et un matériau, soit par analogie, soit par extrapolation lors d'une situation originale ● De concevoir sous forme d'un projet, une proposition de problème ou d'exercice original mettant en rapport les connaissances acquises dans les différents domaines de l'interaction rayonnement-matière

Contenu	<p>I - Interaction des particules chargées avec la matière</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Introduction 2 - Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>II - Interaction des photons gammas avec la matière</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Les différents mécanismes d'interaction 2 - L'effet photoélectrique <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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) <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 5-1 Section efficace totale d'interaction 5-2 Atténuation 5-3 Absorption 6 - Application à la spectroscopie gamma <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>III - Gerbes électromagnétiques et hadroniques</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Gerbes électromagnétiques 2 - Gerbes hadroniques <ul style="list-style-type: none"> 2-1 Collisions de deux hadrons à haute énergie 2-2 Schématisation d'une gerbe hadronique 2-3 Les gerbes atmosphériques <p>IV - Interaction des neutrons avec la matière</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Classement des neutrons 2 - Principales réactions induites par les neutrons : caractéristiques et sections efficaces 3 - Modération des neutrons - Spectroscopie <ul style="list-style-type: none"> 3-1 Cinématique de la diffusion élastique n-Noyau 3-2 Modération des neutrons <ul style="list-style-type: none"> ● 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	<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>
Bibliographie	<p>Bibliographie et conseils de lecture :</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Leroy - P.G. Rancoita, Principles of radiation interaction in Matter and Detection (2004), chapter 2-3 • W. R. LEO, Techniques for nuclear and particle physics experiments, chapters 1 et 2, Springer-Verlag, ISBN 0 387 57280 5 • G.F. KNOLL, Radiation detection and measurement, chapters 1 et 2, Wiley, ISBN 0 471 61761 X • PASSAGE OF PARTICLES THROUGH MATTER - Last version : Review of particle physics 2010 - K Nakamura et al. 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)	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<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>

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	<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"> 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	

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)	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> Introduction au C++ et à la programmation orientée objet - syntaxe du langage - variables et opérateurs - chaînes et énumérations - structures de contrôle - Fonctions - pointeurs - classes - héritage
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<p><i>Programming : Principles and Practice using C++, Bjarne Stroustrup</i> <i>Glen Cowan RHUL Physics Computing and Statistical Data Analysis London Computing Course</i> <i>Mini Manuel de C++ Jean-Michel Réveillac, Dunod</i> <i>Introduction à la programmation orientée objet en C++, Fabio Hernandez, CNRS/in2p3</i></p> <p>http://www.cplusplus.com/reference/</p> <p>https://fr.cppreference.com/w/</p>

XMS4PU400	Stage
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4

Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL HUCLIER SANDRINE YERMIA FREDERIC
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	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Stage 100%
Obtention de l'UE	Pas de dispense d'assiduité pour le stage Master 2 .
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Stage de MASTER 2 : durée 4 à 6 mois en laboratoire de Recherche (RPS), en Entreprise ou service hospitalier (DMN/RIA)
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS4PU410	Périodes de formation alternées en milieu pro.
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	FALLOT MURIEL HUCLIER SANDRINE
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	M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA),M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS),M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN),M2 CMI-INA
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Périodes de formation alternées en milieu pro. 100%
Obtention de l'UE	Pas de dispense d'assiduité pour l'alternance
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

