Master 1 M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat)

Année universitaire 2025-2026

Information générale

Objectifs	Le Graduate Programme E-Mat vise à former les cadres pour relever les défis technologiques actuels, notamment ceux de la transition énergétique. Intégré à la Faculté des Sciences et Techniques et à la Graduate School Matière, Molécules, Matériaux et Géosciences (3MG), ce programme s'appuie sur deux laboratoires de renommée internationale : l'Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN) et le Laboratoire de Thermique et Energie de Nantes (LTeN). Cette formation interdisciplinaire, diplômante aux niveaux Master et Doctorat, recouvre la conception, la synthèse et l'élaboration de matériaux fonctionnels, l'étude de leurs propriétés et leur exploitation pour des fonctions spécifiques, en particulier pour des applications énergétiques et des technologies de pointe. En Master 2, les étudiants intéressés et étudiantes intéressées peuvent s'inscrire en double-cursus pour obtenir également le Master Management de l'innovation proposé par l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE) de Nantes Université (diplômante en Bac+6).
Responsable(s)	BERTONCINI PATRICIA MOREAU PHILIPPE
Mention(s) incluant ce parcours	master SCIENCES DE LA MATIERE
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques Polytech'Nantes
Langues / mobilité internationale	Certaines unités d'enseignement peuvent être enseignées en langue anglaise.
Stage / alternance	Un stage obligatoire est inclus dans la formation.
Poursuite d'études /débouchés	Les étudiants poursuivent leur cursus en intégrant le seconde année du parcours de master.
Autres renseignements	
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 :** - des semestres : **les semestres sont composés d'UE.** Les UE « Physique statistique et matière molle », « Physique quantique et atomique », « Synthèse chimique », « Caractérisation des matériaux 1 », « Propriétés des matériaux S1 », « Transfert thermique et transfert électrochimique de charges », « Procédés d'élaboration de matériaux », « Propriétés des matériaux S2 », « Caractérisation des matériaux 2 », « Préparation à l'insertion professionnelle 1 », « Préparation à l'insertion professionnelle S2 » et « Modélisation 1 » se compensent. La moyenne pondérée des notes de ces UE doit être supérieure ou égale à 10/20. L'UE « Stage » doit être validée avec une note supérieure ou égale à 10/20. • **Notes seuil :** *note UE doit être supérieure à 6* L'étudiant doit obtenir des notes au moins égales à 06/20 sur l'ensemble des unités d'enseignement (hors stage) lors des sessions 1 et 2. L'UE « Stage » doit être validée avec une note supérieure ou égale à 10/20. NB : la note seuil vaut sur les sessions 1 et 2. Il n'est pas possible de les modifier entre deux sessions. **• Informations spécifiques au parcours :** *L'année est validée si les UE, hors UE Stage, est validée en première ou deuxième session (moyenne générale supérieure ou égale à 10/20 sans aucune note UE inférieure à 6) et si l'UE correspondant au stage est également validée avec une note 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 : FONDAMENTAUX DE PHYSIQUE (7 ECTS)																				
PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIERE MOLLE	XMS1PU100	3	16	16	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0	32
PHYSIQUE STATISTIQUE 1	XMS1PE302		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	16
MATIERE MOLLE	XMS1PE102		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	16
PHYSIQUE QUANTIQUE ET ATOMIQUE	XMS1PU110	4	24	24	0	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	48
PHYSIQUE QUANTIQUE	XMS1PE111		12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
PHYSIQUE ATOMIQUE	XMS1PE330		12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
Groupe d'UE : ELABORATION DE (NANO)MATERIAUX 1 S1 (3 ECTS)																				
SYNTHESE CHIMIQUE	XMS1CU400	3	10.66	10.66	0	0	8	8	0	0	9.34	9.34	0	0	0	0	0	0	0	28
CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES	XMS1CE211		5.33	5.33	0	0	0	0	0	0	6.67	6.67	0	0	0	0	0	0	0	12
CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE	XMS1CE212		5.33	5.33	0	0	0	0	0	0	2.67	2.67	0	0	0	0	0	0	0	8
M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE	XMS1CE401		0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S1 (6 ECTS)																				
CARACTERISATION DES MATERIAUX 1	XMS1PU120	6	28	22.67	0	5.33	0	0	0	0	16	16	0	0	23	23	0	0	0	67
ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL	XMS1PE310		10.67	10.67	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	5.33	5.33	0	0	0	20
PHYSIQUE EXPERIMENTALE	XMS1PE122		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	15
APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES	XMS1CE201		8	4	0	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	12
CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X	XMS1CE203		9.33	8	0	1.33	0	0	0	0	8	8	0	0	2.67	2.67	0	0	0	20
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S1 (10 ECTS)																				
PROPRIETES DES MATERIAUX S1	XMS1PU130	5	21.33	21.33	0	0	0	0	0	0	22.67	22.67	0	0	0	0	0	0	0	44
PHYSIQUE DES SOLIDES	XMS1PE131		16	16	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0	32
STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES	XMS1CE411		5.33	5.33	0	0	0	0	0	0	6.67	6.67	0	0	0	0	0	0	0	12
TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES	XMS1PU140	5	24	20	0	4	8	8	0	0	20	20	0	0	2	2	0	0	0	54
ELECTROCHIMIE NIVEAU 1	XMS1CE103		4	0	0	4	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
ELECTROCHIMIE NIVEAU 2	XMS1CE221		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	2	2	0	0	0	18
TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer	YH91512		12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONELLE 1 (4 ECTS)																				
Ecole Thématique M1 et M2	XMS1PU210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE 1	XMS1PU200	3	16	16	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	36
FONDEMENT DES ORGANISATIONS	XMS1PE152		16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
PROJET EXPERIMENTAL 1	XMS1HMPE1		0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	20
PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat	XMS1HMPE2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	30																	0.00	**309.00**

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 : ELABORATION DES (NANO)MATERIAUX 1 S2 (3 ECTS)																				
PROCEDES D'ELABORATION DE MATERIAUX	XMS2PU100	3	8	8	0	0	20	20	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	36
COUCHES MINCES	XMS2PE101		8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	16
METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX	XMS1CE350		0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S2 (3 ECTS)																				
PROPRIETES DES MATERIAUX S2	XMS2PU120	3	10.66	10.66	0	0	0	0	0	0	10.67	10.67	0	0	0	0	0	0	0	21.33
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S2 (4 ECTS)																				
CARACTERISATION DES MATERIAUX 2	XMS2PU110	4	12	12	0	0	6.67	6.67	0	0	14.66	14.66	0	0	10	10	0	0	0	43.33
SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES	XMS2PE111		8	8	0	0	0	0	0	0	9.33	9.33	0	0	6	6	0	0	0	23.33
SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE	XMS2PE112		4	4	0	0	6.67	6.67	0	0	5.33	5.33	0	0	0	0	0	0	0	16
CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2	XMS2CE401		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4
Groupe d'UE : MODELISATION 1 (5 ECTS)																				
MODELISATION 1	XMS2PU130	5	13.34	6.67	0	0	0	0	0	0	2.67	2.67	0	0	31.66	23.33	0	0	0	47.67
DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES	XMS2PE131		6.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.33	0	0	0	0	15
MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE	XMS2PE133		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	0	0	0	18
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
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2 (6 ECTS)																				
M1SdM Risques chimiques	XMS2PU150	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2	XMS2PU200	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET	XMS2PE142		8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
PROJET EXPERIMENTAL 2	XMS2HMPE1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groupe d'UE : STAGE (9 ECTS)																				
Mentoring M1	XMS2HMPU2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STAGE	XMS2PU160	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	30																	0.00	**160.33**

Modalités d'évaluation

Mention Master 1ère année | Parcours : M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat) | Année universitaire 2025-2026

Responsable(s) : BERTONCINI PATRICIA, MOREAU PHILIPPE

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 : FONDAMENTAUX DE PHYSIQUE																				
1	XMS1PU100	PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIERE MOLLE	N	obligatoire																3
	XMS1PE302	PHYSIQUE STATISTIQUE 1			1.5										1.5				1.5	
	XMS1PE102	MATIERE MOLLE			1.5										1.5				1.5	
1	XMS1PU110	PHYSIQUE QUANTIQUE ET ATOMIQUE	N	obligatoire																4
	XMS1PE111	PHYSIQUE QUANTIQUE			1										1				1	
	XMS1PE330	PHYSIQUE ATOMIQUE			3										3				3	
Groupe d'UE : ELABORATION DE (NANO)MATERIAUX 1 S1																				
1	XMS1CU400	SYNTHESE CHIMIQUE	N	obligatoire																3
1	XMS1CE211	CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES			1.2										1.2				1.2	
1	XMS1CE212	CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE			0.9										0.9				0.9	
	XMS1CE401	M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE			0.9										0.9				0.9	
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S1																				
1	XMS1PU120	CARACTERISATION DES MATERIAUX 1	N	obligatoire																6
	XMS1PE310	ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL				0.54		1.26					0.54		1.26				1.8	
	XMS1PE122	PHYSIQUE EXPERIMENTALE				1.8							1.8						1.8	
	XMS1CE201	APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES			0.9										0.9				0.9	
1	XMS1CE203	CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X			1.5												1.5		1.5	
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S1																				
1	XMS1PU130	PROPRIETES DES MATERIAUX S1	N	obligatoire																5
	XMS1PE131	PHYSIQUE DES SOLIDES			3.75										3.75				3.75	
	XMS1CE411	STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES			1.25										1.25				1.25	
1	XMS1PU140	TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES	N	obligatoire																5

1	XMS1CE103	ELECTROCHIMIE NIVEAU 1			1										1				1	
1	XMS1CE221	ELECTROCHIMIE NIVEAU 2			1.6	0.4							0.4		1.6				2	
	YH91512	TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer			2										2				2	
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONELLE 1																				
1	XMS1PU210	Ecole Thématique M1 et M2	N	obligatoire															1	1
1	XMS1PU200	PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE 1	N	obligatoire																3
	XMS1PE152	FONDEMENT DES ORGANISATIONS			2										2				2	
	XMS1HMPE1	PROJET EXPERIMENTAL 1			1							1							1	
	XMS1HMPE2	PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat																	0	
Groupe d'UE : ELABORATION DES (NANO)MATERIAUX 1 S2																				
2	XMS2PU100	PROCEDES D'ELABORATION DE MATERIAUX	N	obligatoire																3
	XMS2PE101	COUCHES MINCES			1.5										1.5				1.5	
	XMS1CE350	METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX			1.5										1.5				1.5	
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S2																				
2	XMS2PU120	PROPRIETES DES MATERIAUX S2	N	obligatoire	3										3				3	3
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S2																				
2	XMS2PU110	CARACTERISATION DES MATERIAUX 2	N	obligatoire																4
	XMS2PE111	SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES			1.12	0.28							0.28		1.12				1.4	
2	XMS2PE112	SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE			2.2										2.2				2.2	
	XMS2CE401	CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2				0.4							0.4						0.4	
Groupe d'UE : MODELISATION 1																				
2	XMS2PU130	MODELISATION 1	N	obligatoire																5
	XMS2PE131	DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES				1.5							1.5						1.5	
	XMS2PE133	MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE				2							2						2	
	XMS2PE134	PROBLEME INVERSE				1.5							1.5						1.5	
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2																				
2	XMS2PU150	M1SdM Risques chimiques	O	obligatoire															0	0
2	XMS2PU200	PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2	N	obligatoire																6
	XMS2PE142	INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET			1.02										1.02				1.02	
	XMS2HMPE1	PROJET EXPERIMENTAL 2				1.99	2.99						1.99	2.99					4.98	
Groupe d'UE : STAGE																				
2	XMS2HMPU2	Mentoring M1	O	obligatoire															0	0
2	XMS2PU160	STAGE	N	obligatoire	4.5		4.5					4.5		4.5					9	9
																		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 : FONDAMENTAUX DE PHYSIQUE																				
1	XMS1PU100	PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIERE MOLLE	N	obligatoire																3
	XMS1PE302	PHYSIQUE STATISTIQUE 1			1.5										1.5				1.5	
	XMS1PE102	MATIERE MOLLE			1.5										1.5				1.5	
1	XMS1PU110	PHYSIQUE QUANTIQUE ET ATOMIQUE	N	obligatoire																4
	XMS1PE111	PHYSIQUE QUANTIQUE			1										1				1	
	XMS1PE330	PHYSIQUE ATOMIQUE			3										3				3	
Groupe d'UE : ELABORATION DE (NANO)MATERIAUX 1 S1																				
1	XMS1CU400	SYNTHESE CHIMIQUE	N	obligatoire																3
1	XMS1CE211	CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES			1.2										1.2				1.2	
1	XMS1CE212	CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE			0.9										0.9				0.9	
	XMS1CE401	M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE			0.9										0.9				0.9	
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S1																				
1	XMS1PU120	CARACTERISATION DES MATERIAUX 1	N	obligatoire																6
	XMS1PE310	ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL				0.54		1.26					0.54		1.26				1.8	
	XMS1PE122	PHYSIQUE EXPERIMENTALE				1.8							1.8						1.8	
	XMS1CE201	APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES			0.9										0.9				0.9	
1	XMS1CE203	CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X			1.5												1.5		1.5	
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S1																				
1	XMS1PU130	PROPRIETES DES MATERIAUX S1	N	obligatoire																5
	XMS1PE131	PHYSIQUE DES SOLIDES			3.75										3.75				3.75	
	XMS1CE411	STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES			1.25										1.25				1.25	
1	XMS1PU140	TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES	N	obligatoire																5
1	XMS1CE103	ELECTROCHIMIE NIVEAU 1			1										1				1	
1	XMS1CE221	ELECTROCHIMIE NIVEAU 2			2										2				2	
	YH91512	TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer			2										2				2	
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONELLE 1																				
1	XMS1PU210	Ecole Thématique M1 et M2	N	obligatoire															1	1

1	XMS1PU200	PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE 1	N	obligatoire																3
	XMS1PE152	FONDEMENT DES ORGANISATIONS			2										2				2	
	XMS1HMPE1	PROJET EXPERIMENTAL 1			1							1							1	
	XMS1HMPE2	PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat																	0	
Groupe d'UE : ELABORATION DES (NANO)MATERIAUX 1 S2																				
2	XMS2PU100	PROCEDES D'ELABORATION DE MATERIAUX	N	obligatoire																3
	XMS2PE101	COUCHES MINCES			1.5										1.5				1.5	
	XMS1CE350	METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX			1.5										1.5				1.5	
Groupe d'UE : PROPRIETES DES MATERIAUX ET SYSTEMES POUR L'ENERGIE S2																				
2	XMS2PU120	PROPRIETES DES MATERIAUX S2	N	obligatoire	3										3				3	3
Groupe d'UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX 1 S2																				
2	XMS2PU110	CARACTERISATION DES MATERIAUX 2	N	obligatoire																4
	XMS2PE111	SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES			1.4										1.4				1.4	
2	XMS2PE112	SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE			2.2										2.2				2.2	
	XMS2CE401	CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2				0.4							0.4						0.4	
Groupe d'UE : MODELISATION 1																				
2	XMS2PU130	MODELISATION 1	N	obligatoire																5
	XMS2PE131	DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES				1.5							1.5						1.5	
	XMS2PE133	MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE				2							2						2	
	XMS2PE134	PROBLEME INVERSE				1.5							1.5						1.5	
Groupe d'UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2																				
2	XMS2PU150	M1SdM Risques chimiques	O	obligatoire															0	0
2	XMS2PU200	PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2	N	obligatoire																6
	XMS2PE142	INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET			1.02										1.02				1.02	
	XMS2HMPE1	PROJET EXPERIMENTAL 2				1.99	2.99						1.99	2.99					4.98	
Groupe d'UE : STAGE																				
2	XMS2HMPU2	Mentoring M1	O	obligatoire															0	0
2	XMS2PU160	STAGE	N	obligatoire	4.5		4.5					4.5		4.5					9	9
																		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

XMS1PU100	PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIERE MOLLE
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	BERTONCINI PATRICIA FALLOT MURIEL
Volume horaire total	**TOTAL :** 32h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 16h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PHYSIQUE STATISTIQUE 1 **50%** MATIERE MOLLE **50%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- PHYSIQUE STATISTIQUE 1 (XMS1PE302) - MATIERE MOLLE (XMS1PE102)

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

XMS1PE102	MATIERE MOLLE

Langue d’enseignement	Mixte
Lieu d’enseignement	UFR Sciences et Techniques
Responsable de la matière	BERTONCINI PATRICIA
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	• Comprendre comment les caractéristiques d'un objet de la matière molle à l’échelle atomique ou moléculaire déterminent ses propriétés à l’échelle macroscopique • Comprendre les liens profonds qui existent entre la structure et le comportement de systèmes tels que les polymères et les colloïdes.
Contenu	1. **Introduction à la Physique de la matière molle** - Etats de la matière - Propriétés physiques et caractéristiques générales - Systèmes d'étude 2. **Forces entre surfaces et entre particules - Interactions** - Interactions de Van der Waals - Interactions électrostatiques et théorie DLVO - Interactions à courte portée - Interactions stériques - Exemples : role des liaisons covalentes et no-covalentes dans les polymères, principe de la reconnaissance moléculaire 3. **Mesures de force à l'échelle de la molécule / cellule unique** - Expériences : principes et méthodes 4. **Surfaces, interfaces and wetting phenomena** - Tension de surface - Force de Laplace - Phénomène de capillarité, angle de contact et mouillabilité 5. **Applications**
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	• Intermolecular and surface forces, J. Israelachvili, Academic Press • La juste argile, Les Editions de Physique • Physique de la matière molle, F. Brochard-Wyart, P. Nassoy et P.-H. Puech, DUNOD

XMS1PU110	**PHYSIQUE QUANTIQUE ET ATOMIQUE**
Lieu d’enseignement	UFR Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l’UE	GOUSSET THIERRY MOKRANI AREZKI
Volume horaire total	**TOTAL :** 48h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 24h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PHYSIQUE QUANTIQUE **25%** PHYSIQUE ATOMIQUE **75%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- PHYSIQUE QUANTIQUE (XMS1PE111) - PHYSIQUE ATOMIQUE (XMS1PE330)

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

XMS1PE330	PHYSIQUE ATOMIQUE
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et Techniques
Responsable de la matière	MOKRANI AREZKI
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 12h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1CU400	SYNTHESE CHIMIQUE
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	BUJOLI-DOEUFF MARTINE DESSAPT REMI
Volume horaire total	**TOTAL :** 28h Répartition : **CM :** 10.66h **TD :** 9.34h **CI :** 8h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	

Pondération pour chaque matière	CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES **40%** CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE **30%** M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE **30%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES (XMS1CE211) - CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE (XMS1CE212) - M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE (XMS1CE401)

XMS1CE211	**CHIMIE DE COORDINATION ET TRANSITIONS ELECTRONIQUES**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	BUJOLI-DOEUFF MARTINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 5.33h **TD :** 6.67h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	L'objectif de cette unité d'enseignement est la caractérisation d'un complexe inorganique ou d'un solide inorganique via les transitions électroniques. **Résultats d'apprentissage** : A l'issue de ce module, l'étudiant sera en capacité de : 1/ caractériser une molécule inorganique ou un solide par son spectre d'absorption 2/ identifier la nature de la transition électronique 3/ connaître la terminologie associée
Contenu	1. Théorie du champ cristallin avec corrélation électronique. 2. Transitions électroniques et règles de sélection. 3. Application : caractérisation via les spectres d'absorption UV-visible de différents complexes de métaux de transition.
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	. Polycopié de cours . « Chimie Inorganique », J.E. HUHEEY, E.A. KEITER et R.L. KEITER, De Boeck Université (2000) . « Physico-Chimie Inorganique », S.F.A. KETTLE, De Boeck Université (1999) . « Advanced Inorganic Chemistry », F.A. COTTON, G. WILKINSON et C.A. MURILLO, Wiley (1999) . « Chemistry of the elements », second edition, N.N. GREENWOOD et A. EARNSHAW, Pergamon Press (1997) . « Structure électronique des éléments de transition », O. KAHN, PUF (1977)

XMS1CE212	**CONDENSATION INORGANIQUE EN SOLUTION AQUEUSE**
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	DESSAPT REMI
Volume horaire total	**TOTAL :** 8h Répartition : **CM :** 5.33h **TD :** 2.67h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Cet enseignement est consacré au principe de condensation inorganique des cations métalliques en solution aqueuse, qui permet d'appréhender les mécanismes de formation, par chimie douce, d'entités polymériques solubles et de phases solides (hydroxydes, oxyhydroxydes et oxydes) à partir de complexes de cations métalliques en solution. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable, dans le cadre d'évaluations écrites : - D'établir les réactions d'hydrolyse et de neutralisation de complexes d'ions métalliques en solution aqueuse. - D'appliquer le modèle des charges partielles à un complexe d'ion métallique en solution aqueuse pour déterminer son électronégativité moyenne, ainsi que les charges portées par les différents atomes (ou groupements d'atomes) dans la molécule. - De prévoir à partir des charges partielles des atomes la stabilité d'un complexe vis-à-vis des réactions de condensation et de précipitation en solution aqueuse. - D'établir une filiation structurale entre la ou les espèces condensées et le précurseur monomérique en solution aqueuse. - D'identifier la nature des réactions mises en jeu lors de la condensation des cations métalliques.

Contenu	Chapitre 1. Introduction Chapitre 2. Les cations métalliques en solutions aqueuses 2.1. Rappels sur les propriétés physico-chimiques du solvant H2O 2.2. Les cations métalliques en solution aqueuse 2.3. Propriétés acido-basiques des cations en solution aqueuse 2.3.1. Propriétés acides des molécules d'eau coordinées 2.3.2. Réactions d'hydrolyse et de neutralisation 2.3.3. Comportement de différents cations métalliques en solution aqueuse Chapitre 3. Le modèle des charges partielles 3.1. Principe d'égalisation des électronégativités de Sanderson 3.2. Exemples : la molécule d'eau et les complexes hexaaqua 3.3. Approximations et limites du modèle Chapitre 4. Condensation et précipitation des cations métalliques en solution aqueuse 4.1. Notions de condensation et de précipitation en solution aqueuse 4.1.1. Réaction de précipitation 4.1.2. Réaction de condensation 4.2. Mécanismes des réactions de condensation inorganique 4.2.1. Réaction d'olation 4.2.2. Réaction d'oxolation 4.3. Condensation des cations divalents 4.4. Condensation des cations trivalents 4.5. Condensation des métaux à haut degré d'oxydation : cas de l'ion V5+
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1CE401	**M1 SdM INTRODUCTION A LA CHIMIE MOLECULAIRE INORGANIQUE**
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	BUJOLI-DOEUFF MARTINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 8h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 8h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	Introduction à la chimie moléculaire inorganique. Chapitre A : Présentation des complexes des métaux de transition Chapitre B : Les modèles de liaison de coordination Chapitre C : Stabilité des complexes des métaux de transition - Application aux solides inorganiques Introduction à la chimie moléculaire inorganique. Chapitre A : Présentation des complexes des métaux de transition Chapitre B : Les modèles de liaison de coordination Chapitre C : Stabilité des complexes des métaux de transition - Application aux solides inorganiques
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1PU120	**CARACTERISATION DES MATERIAUX 1**
Lieu d'enseignement	Campus Lombarderie,UFR des Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	**TOTAL :** 67h Répartition : **CM :** 28h **TD :** 16h **CI :** 0h **TP :** 23h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	

Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL **30%** PHYSIQUE EXPERIMENTALE **30%** APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES **15%** CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X **25%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL (XMS1PE310) - PHYSIQUE EXPERIMENTALE (XMS1PE122) - APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES (XMS1CE201) - CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X (XMS1CE203)

XMS1PE310	**ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	Campus Lombarderie
Responsable de la matière	HUNEAU CLEMENT
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10.67h **TD :** 4h **CI :** 0h **TP :** 5.33h **EAD :** 0h
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
Bibliographie	de Coulon, Frédéric. 1998. *Théorie et traitement des signaux*. Vol. VI. Traité d’Électricité. PPUR Presses polytechniques.

XMS1PE122	**PHYSIQUE EXPERIMENTALE**
Langue d’enseignement	Mixte
Lieu d’enseignement	

Responsable de la matière	BERTONCINI PATRICIA
Volume horaire total	**TOTAL :** 15h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 15h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Les **résultats d'apprentissage** sont : • *Connaître et employer adéquatement les principes de la physique expérimentale : les mesures, leurs incertitudes, les instruments de mesure et leur calibration, le traitement de données.* • *Mettre en œuvre une démarche expérimentale : suivre un protocole de mesure, analyser des données expérimentales, comparer avec un modèle, interpréter les résultats, élaborer une synthèse.* • *Utiliser les appareils de mesure et les techniques d'analyse les plus courants.* • *Prendre connaissance et appliquer les consignes de sécurité.* • *Rédiger clairement un compte-rendu scientifique en respectant les conventions et les règles spécifiques de la discipline.* • *Travailler de manière autonome et en équipe.*
Contenu	L'objectif de cette unité d'enseignement est d'approfondir les connaissances et la compréhension de phénomènes physiques par leur observation directe et leur étude lors de diverses expériences. Plusieurs manipulations sont proposées permettant d'illustrer certains aspects de la physique du solide et de la physique atomique et moléculaire. Ces manipulations pourront permettre : • de caractériser les propriétés électriques de matériaux semi-conducteurs intrinsèque et dopé • de mesurer la susceptibilité magnétique de plusieurs substances isotropes diamagnétiques et paramagnétiques • de déterminer, en fonction de la température, la polarisation spontanée et la constante diélectrique d'un cristal ferroélectrique en vue de connaitre sa température de transition ferroélectrique-paraélectrique, ainsi que sa constante de Curie et l'ordre de la transition • d'illustrer les propriétés de matériaux ferromagnétiques • d'étudier l'effet Zeeman normal et anormal en configuration transverse et longitudinale • de comprendre le fonctionnement d'un spectromètre optique et d'effectuer diverses mesures optiques • de s'initier à la microscopie à effet tunnel • de déterminer la valeur du facteur de Landé g d'une molécule ainsi que la largeur à mi-hauteur de sa raie de résonance
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1CE201	**APPLICATION DE LA THEORIE DES GROUPES**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	POPA AURELIAN
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 4h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Connaître les concepts de la symétrie (éléments et opérations) Identifier le Groupe ponctuel d'un composé chimique Manipuler la projection stéréographique d'un groupe ponctuel Trouver les représentations avec différents objets physiques (vecteurs de l'espace, orbitales atomiques, liaisons chimiques) ; manipuler les matrices représentatives Pouvoir réduire une représentation en représentations irréductibles du groupe ponctuel Trouver les Combinaisons Linéaires Adaptées à la Symétrie (CLAS) Manipuler l'Opérateur Projection et la procédure d'orthogonalisation de Gram-Schmidt Définir et identifier les modes de vibration d'une molécule Construire et interpréter un diagramme d'Orbitales Moléculaires
Contenu	Opérations et éléments de symétrie Groupes ponctuels (définition, classification, identification) Projection stéréographique d'un groupe ponctuel Représentations non dégénérées, représentations matricielles, représentations dégénérées, réduction en RI Somme directe, Produit direct, Opérateur projection, Combinaisons Linéaires Adaptées à la Symétrie (CLAS), Orthogonalisation des bases de vecteurs Applications de la théorie des groupes aux vibrations moléculaires (IR, RAMAN) et aux liaisons chimiques (Orbitales Moléculaires)
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1CE203	CRISTALLOGRAPHIE ET DIFFRACTION DES RAYONS X
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	HERNANDEZ Olivier
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 9.33h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 2.67h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À la suite de cet enseignement, l'étudiant devrait : • Savoir manipuler les opérations de symétrie en utilisant la notation matricielle • Savoir décrire la structure d'un solide avec le formalisme des groupes d'espace • Savoir utiliser l'espace réciproque pour interpréter le phénomène de diffraction par un cristal • Savoir déterminer la contribution du réseau et du motif sur le cliché de diffraction • Connaitre les étapes de la résolution structurale à partir d'un cliché de diffraction d'un monocristal
Contenu	Cristallographie Réseaux direct / réciproque Notation de Seitz des opérations de symétrie Utilisation des groupes d'espace Diffraction des rayons X Utilisation de la construction d'Ewald Applications de la loi de Bragg Facteur de structure et facteur de forme d'un cristal Conditions d'extinctions systématiques Méthodes expérimentales Application de la résolution structurale *ab-initio* sur monocristal
Méthodes d'enseignement	Cours – TD La vérification de la maitrise des prérequis est réalisée à l'aide d'un travail en distanciel non compris dans le volume horaire de cet enseignement. L'appropriation des notions abordées se fait au travers de l'utilisation de logiciels de cristallographie et de diffraction, par ailleurs mis à la disposition des étudiants. Cette approche donne lieu à un travail en distanciel. La démarche de résolution structurale à partir de données de diffraction sur un monocristal est illustrée au cours d'une séance de TP en utilisant un logiciel dédié.
Bibliographie	

XMS1PU130	PROPRIETES DES MATERIAUX S1
Lieu d'enseignement	UFR S&T
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	DUVAIL JEAN-LUC
Volume horaire total	**TOTAL :** 44h Répartition : **CM :** 21.33h **TD :** 22.67h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PHYSIQUE DES SOLIDES **75%** STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES **25%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- PHYSIQUE DES SOLIDES (XMS1PE131) - STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES (XMS1CE411)

XMS1PE131	PHYSIQUE DES SOLIDES
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR S&T
Responsable de la matière	DUVAIL JEAN-LUC
Volume horaire total	**TOTAL :** 32h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 16h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de l'enseignement, l'étudiant devra être capable de : • distinguer un métal d'un semi-conducteur ou d'un isolant à partir de sa structure électronique ou de ses caractéristiques électriques et optiques • connaitre les ordres de grandeur des observables physiques caractéristiques des phénomènes étudiés pour les divers types de matériaux. • comprendre et expliquer la relation entre structure cristalline, structure électronique et propriétés fondamentales électriques, optiques et thermiques des matériaux cristallins • expliquer l'origine de l'évolution du comportement électrique avec la température pour un métal et un semi-conducteur • comprendre les phénomènes de zones de charges d'espace induits par les jonctions p-n et métal-semiconducteur, et leurs conséquences sur le comportement électrique • comprendre et expliquer les relations de dispersion des phonons, les modèles d'Einstein et de Debye • exploiter la relation de dispersion des phonons d'un solide cristallin pour expliquer le comportement thermique, optique dans l'infra-rouge ainsi que la vitesse du son dans un cristal

Contenu	Ce module **Physique des solides** de niveau master 1 a pour objectif de connaître, comprendre et savoir appliquer les notions fondamentales sur les propriétés physiques des matériaux cristallins ainsi que la corrélation entre structure cristalline, structure électronique ou phononique et les propriétés électriques, optiques et thermiques, voire mécaniques. Ces propriétés sont les fonctions exploitées dans les dispositifs et systèmes de multiples domaines applicatifs. Il s'agit du socle pour l'ensemble des modules en lien avec les matériaux fonctionnels et l'énergie à un niveau plus avancé en M1 et M2. **Programme :** **Introduction** **Rappels : Structures cristallines – Réseaux réciproques** Quelques rappels : réseaux de Bravais Réseaux réciproques Espace des vecteurs d'onde **Partie A : Structure vibronique, phonons et propriétés associées** **1. Vibrations et phonons dans les solides** 1.1. Vibrations pour les réseaux monoatomiques • Vibrations longitudinales et transversales • Modélisation pour un réseau cubique - Relations de dispersion • Ondes élastiques et stationnaires • Vitesse du son ; lien entre modules d'élasticité et module élastique et le module de cisaillement **1.2. Vibrations pour les réseaux contenant deux ou plus atomes par maille élémentaire** • Réseau linéaire à deux atomes par maille élémentaire • Généralisation : réseaux cubiques à deux atomes par maille élémentaire • Phonons acoustiques et optiques • Comportement thermo-élastique : effet de la température sur les modules d'élasticité **1.3. Quantification des vibrations** • Phonons, densité de modes de phonons. **2. Propriétés thermiques dues aux phonons** 2.1. Capacité thermique d'un solide • Modèle de Debye (température de Debye) • Modèle d'Einstein 2.2. Limites de l'approximation de la théorie harmonique pour les vibrations 2.3. Conductivité thermique • Libre parcours moyen des phonons • Bons et mauvais conducteurs thermiques **3. Propriétés optiques en lien avec les phonons** 3.1. Interaction photon-phonon - Absorption optique 3.2. Fonction diélectrique, indice optique – Modèle de Drude – Lorentz 3.3. Exemples **Partie B : Structure électronique et propriétés associées** **1. Gaz des électrons libres de Fermi – Propriétés des métaux** 1.1. Niveaux d'énergie électronique à 1D 1.2. Effet de la température sur la fonction de distribution de Fermi-Dirac 1.3. Gaz d'électrons libres à 3D 1.4. Capacité calorifique du gaz d'électrons 1.5. Conductivité électrique et loi d'Ohm – Effets de la température - Comportement électrique en température : interactions électron-phonon et électron-électron 1.6. Trajectoires électroniques dans un champ magnétique - Magnétotransport 1.7. Conductivité thermique des métaux (origine électronique) – Loi de Wiedemann - Frantz **2. Electrons quasi-libres – Bandes d'énergie – Propriétés des métaux de transition** 2.1. Modèle des électrons quasi-libres 2.2. Fonctions de Bloch 2.3. Modèle de Kronig-Penney 2.4. Equation d'onde d'un électron dans un potentiel périodique 2.5. Nombre d'orbitales dans une bande 2.6. Equations du mouvement – trajectoires électroniques dans le réseau 2.7. Exemples de diagrammes de bandes 2.8. Conséquences sur les propriétés optiques des métaux **3. Semi-conducteurs, isolants et semi-métaux** 3.1. Bande interdite - Conséquences sur l'absorption optique 3.2. Notion de trou et masse effective dans la bande de valence 3.3. Structure de bandes et densité d'états d'un cristal semi-conducteur et d'un isolant cristallin 3.4. Propriétés électriques des semi-conducteurs - Comportement intrinsèque - Effets du dopage sur le comportement électrique 3.5. Les semi-métaux - Effet thermoélectrique. **Partie C : Jonction pn et contact métal/semiconducteur : vers les composants électroniques** **1. Semi-conducteurs hors équilibre** 1.1. Conduction dans les semi-conducteurs Courant de dérive (conduction) Courbure des bandes d'énergie Courant de diffusion Courant total Equation d'Einstein 1.2. Génération-recombinaison-durée de vie des porteurs 1.3. Equations d'évolution Equation de continuité Longueur de diffusion Charge d'espace – équation de Poisson 1.4. Profil de dopage 1.5. Relations utiles **2. Jonction pn** 2.1. Jonction non polarisée Jonction abrupte à l'équilibre thermodynamique Zone de charge d'espace (ZCE) Tension de diffusion (built-in voltage) Potentiel et champs électrique dans la ZCE Largeur de la ZCE 2.2. Jonction abrupte polarisée Description phénoménologique Caractéristique idéale courant-tension Modèle de Shockley Distribution de porteurs - limites de la ZCE Quasi-niveaux de Fermi-Loi de la jonction Distribution des porteurs dans les ZQN Courants de porteurs minoritaires Densité de courant - Caractéristique 2.4 Claquage de la jonction polarisée en inverse 2.5 Capacité de la jonction pn 2.6 Jonction à profil de dopage quelconque 2.7 Hétérojonction **3. Contact métal/semi-conducteur** 3.1 Travail de sortie – Affinité électronique 3.2 Jonction métal/semi-conducteur à l'équilibre Description phénoménologique Modélisation diagramme de bandes 3.3 Jonction polarisée Contact ohmique-contact redresseur

Méthodes d'enseignement	Support de cours mis à disposition des étudiants à l'avance. Lecture et rédaction d'un résumé d'une partie du Cours définie par l'enseignant, résumé à déposer sur madoc avec d'éventuelles questions. En séance : discussion pour s'assurer de la compréhension du cours et réponse aux questions Travaux dirigés mis à disposition à l'avance et corrigés en séance.
Bibliographie	Principaux ouvrages : Physique de l'état solide 8ème édition, C. Kittel, Sciences Sup, Ed. Dunod 2007 Solid state physics, N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Saunders college publishing Int. Ed. 1988

XMS1CE411	**STRUCTURE ELECTRONIQUE DES SOLIDES**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	LE BIDEAU JEAN
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 5.33h **TD :** 6.67h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Interpréter qualitativement un diagramme de structure électronique d'un solide. Appréhender les effets possibles d'anisotropies de structures cristallographiques ou de structures électroniques.
Contenu	1. Rappels - Généralités - Introduction - Rappels et approfondissements sur la classification périodique, l'électronégativité, les degrés d'oxydation - Rappels et approfondissements sur la structure électronique des éléments de transition - Les postulats du modèle ionique - Les divers types de liaison chimique : moléculaires, ioniques, covalents, métalliques, faibles - Ionocovalence de liaison 2. Description structurale - Les empilements : compacts, non compacts, les sites interstitiels - Relation structure-ionicité - Les grands modèles structuraux 3. La structure électronique des solides - Le modèle de l'électron libre - L'électron presque libre - Rappels sur les orbitales moléculaires (OM) - Structure électronique: de la molécule diatomique au solide - Orbitales et bandes à une dimension : observation et interprétation Des exemples concrets : TiS_2 et TiO_2, graphite et diamant : structures cristallographiques, structures électroniques, propriétés.
Méthodes d'enseignement	Cours – TD - Analyse de document en distanciel asynchrone Les notions sont introduites par des exemples, puis étendues. L'appropriation des notions abordées se fait au travers d'exercices traitant des exemples en fin de chaque chapitre, ainsi que par un échange permanent collectif.
Bibliographie	Introduction à la physique des solides - C. Kittel Intruduction à la chimie du solide - L. Smart & E. Moore Basic solid state chemistry - A. R. West Electronic structure of solids - E. Canadell, M.-L. Doublet, C. Iung

XMS1PU140	**TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES**
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques,Polytech ou Fac Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	POIZOT PHILIPPE
Volume horaire total	**TOTAL :** 54h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 20h **CI :** 8h **TP :** 2h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	

UE pré-requise(s)	Chimie générale
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Electrochimie niveau 2 **%** ELECTROCHIMIE NIVEAU 1 **20%** ELECTROCHIMIE NIVEAU 2 **40%** TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer **40%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- ELECTROCHIMIE NIVEAU 1 (XMS1CE103) - ELECTROCHIMIE NIVEAU 2 (XMS1CE221) - TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer (YH91512)

XMS1CE103	**ELECTROCHIMIE NIVEAU 1**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	BOUJTITA MOHAMMED
Volume horaire total	**TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 4h **TD :** 0h **CI :** 8h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	L'enseignement de l'électrochimie (niveau 1) a pour objectifs de renforcer les concepts de base pour aborder les réactions de transferts de charge à l'interface électrode/solution et les phénomènes de transport de matière dans l'électrolyte. Cet enseignement s'adresse à des étudiants de master de la mention chimie qui se destinent à une carrière industrielle ou académique. Les notions abordées concernent donc aussi bien le domaine académique que le domaine industriel : moléculaire, analyse, énergie, matériaux et catalyse. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de : • Maîtriser les différents aspects d'une réaction électrochimique • Prévoir l'influence de la solution électrolytique et du matériaux d'électrodes sur le comportement électrochimique d'une espèce électroactive
Contenu	1. Processus électrochimique, notions de potentiel et courant 2. Réactions de transfert d'électrons à l'interface électrode/solution électrolytique 3. Loi de Butler-Volmer, loi empirique de Tafel, détermination des paramètres cinétiques (α et k°) d'une réaction électrochimique 4. Transport de matière : diffusion, convection et migration 5. Techniques ampérométriques à potentiel contrôlé, voltampérométrie cyclique en régime convectif (stationnaire) et régime de diffusion, chronoampérométrie et chronocoulométrie.
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1CE221	**ELECTROCHIMIE NIVEAU 2**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	POIZOT PHILIPPE
Volume horaire total	**TOTAL :** 18h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 2h **EAD :** 0h

Objectifs (résultats d'apprentissage)	Cet enseignement vise à approfondir les concepts de base de l'électrochimie en introduisant les générateurs électrochimiques, la réactivité électrochimique à l'état solide (contextualisée dans le cadre du développement des générateurs électrochimiques) ainsi que des techniques avancées en électrochimie analytique. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de : • De décrire les principaux générateurs électrochimiques et leur mode de fonctionnement • D'identifier les critères de performance électrique des piles et accumulateurs courants • De proposer un protocole pour analyser un échantillon complexe et reconnaître les processus chimiques et électrochimiques impliqués
Contenu	**Partie Générateurs électrochimiques** 1. Contexte énergétique 2. Des réactions redox aux réactions électrochimiques 3. Aspect thermodynamique – force électromotrice à l'équilibre (I=0) 4. Aspect cinétique – force électromotrice hors équilibre (I≠0) 5. Grandeurs caractéristiques 6. L'insertion (intercalation) électrochimique 7. Géométries de cellules et de batteries 8. Caractérisations électrochimiques de cellules 9. Exemples de systèmes non rechargeables (piles) 10. Exemples de systèmes rechargeables (accumulateurs –batteries) **Partie cinétique électrochimique et analytique** 1. Electrochimie analytique des milieux complexes 2. Mécanismes EC', ECE, ECEC 3. Techniques électrochimiques avancées (Méthodes impulsionnelles)
Méthodes d'enseignement	Formation en présentiel (CTDI) Formation pratique (TP en présentiel)
Bibliographie	

YH91512	**TRANSFERT THERMIQUE - Engineering Heat Transfer**
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu d'enseignement	Polytech ou Fac Sciences et Techniques
Responsable de la matière	PY XAVIER
Volume horaire total	**TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 12h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	AAP1: les mécanismes fondamentaux de transferts thermiques sont connus et formalisés. AAP2: les propriétés clefs des matériaux en transferts thermiques sont connues. AAP3: les mécanismes de transferts thermiques impliqués dans un système sont identifiés, leur couplage décrit et leurs contributions quantifiées. AAP4: les bilans thermiques sont établis sur des systèmes en régime permanent et transitoire. AAP1: the fundamental mechanisms of heat transfer are known and formalized. AAP2: the key properties of materials involved in heat transfer are known. AAP3: the heat transfer mechanisms involved in a system are identified, their coupling described and their contributions quantified. AAP4: heat balances are established under steady state and transient systems.
Contenu	L'enseignement de thermique a pour objet de maîtriser les différents mécanismes fondamentaux de transferts thermiques (conduction, convection, rayonnement) ainsi que leurs couplages éventuels, en système monophasique ou polyphasique, avec ou sans changement d'état ou réaction chimique, d'établir des bilans thermiques en régime permanent comme en régime transitoire. Les travaux dirigés sont autant d'illustrations de ces transferts appliqués à différents types de matériaux (homogènes, hétérogènes, composites, anisotropes,..) au sein de procédés énergétiques (notamment énergies renouvelables). The objective of the course is to master the different fundamental heat transfer mechanisms (conduction, convection, radiation) as well as their possible couplings, in single or multiphase systems, with or without change of state or chemical reaction, in order to establish heat balances under steady state as well as under transient state. The tutorials are illustrations of these transfers applied to different types of materials (homogeneous, heterogeneous, composite, anisotropic,...) in the context of energy processes dedicated to the energy transition (in particular renewable energies).
Méthodes d'enseignement	Les enseignements sont dispensés sous forme de cours et de travaux dirigés. Les travaux dirigés sont autant d'illustrations des transferts thermique appliqués à différents types de matériaux (homogènes, hétérogènes, composites, anisotropes,..) au sein de procédés énergétiques dédiés à la transition énergétique (notamment énergies renouvelables). The courses are delivered in the form of lectures and tutorials. The tutorials are illustrations of heat transfers applied to different types of materials (homogeneous, heterogeneous, composites, anisotropic,...) within energy processes dedicated to the energy transition (especially renewable energies).

Bibliographie	Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Wiley, 2016, ISBN : 1118989171, 9781118989173.

XMS1PU210	**Ecole Thématique M1 et M2**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
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	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M2 SCIENCES DE LA MATIERE - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	ECOLE THEMATIQUE M2 **100%**
Obtention de l'UE	**L'évaluation de ce module se fait par VALIDE / NON VALIDE (pas de note) avec obligation de validation pour l'obtention de l'année -> à compléter** Pas de seconde session et pas de dispense d'assiduité
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS1PU200	**PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE 1**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	**TOTAL :** 36h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 20h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	FONDEMENT DES ORGANISATIONS **67%** PROJET EXPERIMENTAL 1 **33%** PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat **0%**

Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- FONDEMENT DES ORGANISATIONS (XMS1PE152) - PROJET EXPERIMENTAL 1 (XMS1HMPE1) - PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat (XMS1HMPE2)

XMS1PE152	**FONDEMENT DES ORGANISATIONS**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	• Décrire une organisation • Repérer un problème organisationnel • Porter un regard réflexif et critique sur le monde des organisations
Contenu	• Introduction aux enjeux managériaux et économiques des organisations permettant de comprendre et définir ce qu'est un problème organisationnel. Les étudiants développeront des bases théoriques et pratiques permettant de comprendre la variété des organisations, mais aussi les grands principes qui les constituent. Nous aborderons aussi les grands enjeux de l'organisation contemporaine en lien avec plusieurs dimensions organisationnelles : culture, pouvoir, modes de prises de décisions, places et rôles des incitations et des instruments de gestion, stratégie. Des exemples, lectures d'articles (presse, recherche, magazines spécialisés) et études de cas (papier, film, série) permettront d'aborder ces différents thèmes
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	• ***Théorie des Organisations*** *(A. Desreumaux),* Editions EMS: 2015 (3eme ed) • **Organization Theory: Challenges and perspectives**. Mc Aulay et al. (2007) Pearson • ***Mintzberg on management : inside our strange world of organizations*** *(H. Mintzberg)**, [Le management; Voyage au centre des organisations,*** Free Press [Eyrolles Ed. d'Organisation] 1989 [1998]

XMS1HMPE1	**PROJET EXPERIMENTAL 1**
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 20h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS1HMPE2	**PROJET EXPERIMENTAL 1 Tutorat**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h

Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU100	**PROCEDES D'ELABORATION DE MATERIAUX**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	POIZOT PHILIPPE GIRARD Aurélie
Volume horaire total	**TOTAL :** 36h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 20h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	COUCHES MINCES **50%** METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX **50%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- COUCHES MINCES (XMS2PE101) - METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX (XMS1CE350)

XMS2PE101	**COUCHES MINCES**
Langue d’enseignement	Mixte
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	GIRARD Aurélie
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 8h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS1CE350	**METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESE DES MATERIAUX**
Langue d’enseignement	Mixte
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	POIZOT PHILIPPE

Volume horaire total	**TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 20h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Cette EC vise à introduire différentes voies de synthèses courantes (chimiques et électrochimiques) pour l'élaboration de matériaux inorganiques et hybrides organiques-inorganiques. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de : • Maîtriser la terminologie afférente aux différents procédés de synthèse • Proposer des stratégies d'élaboration de matériaux sur la base d'une approche raisonnée (recours à des connaissances en thermodynamique, en cinétique et en électrochimie) • Appréhender la relation entre la structuration d'un matériau (taille, morphologie, dispersité) et la voie de synthèse mise en jeu pour le concevoir.
Contenu	1. Synthèses par voie solide (voie céramique) : choix et mise en forme des réactifs, contrôle de l'atmosphère, trempe, phénomène de croissance cristalline, frittage, broyage et notion de mécanosynthèse. 2. Chimie douce : après une présentation des paramètres cruciaux contrôlant la précipitation de solides inorganiques (solvant, pH, température, précurseurs, réactions de condensation, nucléation, croissance, « template »...), différents procédés de synthèse seront abordés (synthèse par décomposition de complexes de coordination, le procédé Pechini, synthèse solvothermale, synthèse polyol, synthèse par intercalation, synthèse par voie sol-gel, processus d'auto-assemblages). Différents exemples seront présentés : synthèse d'oxydes, d'oxyhydroxydes et d'hydroxydes de métaux de transition avec contrôle de la morphologie et taille, de matériaux hybrides organiquesinorganiques cristallisés (Metal Organic Frameworks ou amorphes (polymères organo-minéraux), de particules nanométriques métalliques.
Méthodes d'enseignement	L'enseignement de cette EC sera réalisé sous forme de cours-TD intégrés en présentiel.
Bibliographie	

XMS2PU120	**PROPRIETES DES MATERIAUX S2**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	GUIFFARD BENOIT
Volume horaire total	**TOTAL :** 21.33h Répartition : **CM :** 10.66h **TD :** 10.67h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	PROPRIETES DES MATERIAUX 2 **100%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU110	**CARACTERISATION DES MATERIAUX 2**
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques

Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	BAYLE MAXIME BORDERON CAROLINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 43.33h Répartition : **CM :** 12h **TD :** 14.66h **CI :** 6.67h **TP :** 10h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES **35%** Spectroscopie d'impédance **%** SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE **55%** CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2 **10%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Liste des matières	- SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES (XMS2PE111) - SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE (XMS2PE112) - CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2 (XMS2CE401)

XMS2PE111	**SPECTROSCOPIES OPTIQUES ET VIBRATIONNELLES**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	BAYLE MAXIME
Volume horaire total	**TOTAL :** 23.33h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 9.33h **CI :** 0h **TP :** 6h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cette UE, l'apprenant devra être capable de : • Décrire formellement une vibration dans une molécule et un solide, • D'expliquer le concept de fréquence propre de vibration, • D'utiliser les techniques expérimentales d'absorption infrarouge et de diffusion Raman permettant d'exciter ces vibrations et de les analyser, • D'utiliser ses connaissances en théorie des groupes pour dénomberr les modes de vibration de molécules et de cristaux, et d'anticiper leur activité infrarouge et Raman. • Décrire le fonctionnement de différents lasers.
Contenu	Fondamentaux de la spectroscopie vibrationnelle 1. Dynamique moléculaire et cristalline 2. Interactions lumière-matière 3. Spectroscopies Infrarouge et Raman Introduction aux lasers 1. Historique et mécanismes mis en jeu 2. Types de laser et classification 3. Fonctionnement de plusieurs lasers (gaz, solide, semiconducteurs) Théorie des groupes appliquée à la spectroscopie optique 1. Groupes et opérations de symétrie 2. Tables de caractères 3. Représentation des mouvements atomiques 4. Introduction à l'étude de cristaux
Méthodes d'enseignement	Présentiel
Bibliographie	Spectroscopies vibrationnelles : Théorie, aspects pratiques et applications. Ouvrage collectif du Groupe Français de Spectroscopie Vibrationnelle (GFSV), Guilhem Simon (2020)

XMS2PE112	SPECTROSCOPIE D'IMPEDANCE
Langue d'enseignement	Mixte
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Responsable de la matière	BORDERON CAROLINE
Volume horaire total	**TOTAL :** 16h Répartition : **CM :** 4h **TD :** 5.33h **CI :** 6.67h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Les fonctions de transfert sont très utilisées dans différents domaines de la physique et de la chimie (électrocinétique – électronique…). Nous étudions les fonctions de transfert de filtres de différents ordres (diagramme de Bode en Gain et en phase) et une analogie entre les circuits électriques et les caractéristiques physiques des matériaux sera ensuite effectuée. A l'issue de l'enseignement, l'étudiant devra être capable de : • Identifier et formuler les propriétés de filtres • Identifier et différencier les propriétés physiques associées au diagramme d'Argand (spectroscopie d'impédance).
Contenu	1. Filtre du 1er ordre et du 2nd ordre. Fonction de transfert et diagramme de Bode 2. Spectroscopie d'impédance. Diagramme d'Argand. Modélisation des matériaux par des circuits électriques simples. Modèle de Debye. Modèle de Cole-Cole et Davidson-Cole.
Méthodes d'enseignement	Cours et travail personnel sur chapitres de livres. Exercices et problèmes, dont certains à la maison
Bibliographie	1. R. MacDonald, "Impedance spectroscopy,Theory, Experiment and Application", Wiley (2005). 2. R. Coelho, B. Aladenize, « Les diélectriques, propriétés diélectriques des matériaux isolants », Traité des nouvelles technologies Série matériaux, Hermes (1993).

XMS2CE401	CRISTALLOGRAPHIE ET DRX 2
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	HERNANDEZ Olivier
Volume horaire total	**TOTAL :** 4h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PU130	MODELISATION 1
Lieu d'enseignement	Polytech'Nantes
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	HUNEAU CLEMENT CLAVEAU YANN
Volume horaire total	**TOTAL :** 47.67h Répartition : **CM :** 13.34h **TD :** 2.67h **CI :** 0h **TP :** 31.66h **EAD :** 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	

Pondération pour chaque matière	DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES **30%** MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE **40%** PROBLEME INVERSE **30%**
Obtention de l'UE	L'EC Analyse de données est évaluée au sein de l'EC Problème inverse.
Programme	
Liste des matières	- DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES (XMS2PE131) - MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE (XMS2PE133) - PROBLEME INVERSE (XMS2PE134)

XMS2PE131	**DESCRIPTION SEMI-CLASSIQUE DES INTERACTIONS ATOMIQUES**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	
Responsable de la matière	CLAVEAU YANN RHALLABI AHMED
Volume horaire total	**TOTAL :** 15h Répartition : **CM :** 6.67h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 8.33h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Bibliographie	

XMS2PE133	**MODELISATION PHYSIQUE ET MULTI-ECHELLE**
Langue d'enseignement	Français
Lieu d'enseignement	Polytech'Nantes
Responsable de la matière	CUENOT STEPHANE
Volume horaire total	**TOTAL :** 18h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 18h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet UE, l'étudiant sera capable de : • maîtriser les étapes de modélisation d'un problème physique • maitriser la convergence d'une solution numérique en fonction du maillage • connaître les différentes étapes de modélisation d'un problème multi-physique
Contenu	Le contenu est la suivant : • Introduction à la résolution numérique par éléments finis • Modélisation en 2D et 3D de problèmes physiques complexes et de problèmes multi-physiques • Etapes de résolution : dessin, conditions limites, maillage, solveur, post-traitement, analyse • Contrôle du maillage, convergence de la solution numérique, relation maillage-temps de calcul • Optimisation du maillage pour un problème et une pièce donnés • Choix de l'étude numérique (stationnaire, transitoire, paramétrique, fréquentielle ...) et du solveur adapté • Post-traitement des résultats numériques Les problèmes physiques et multi-physiques abordés couvriront principalement les domaines de la mécanique des solides, des transferts de chaleur, de la mécanique des fluides, de l'optique, de l'électromagnétisme et des transports d'espèces diluées ...
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.

XMS2PU150	**M1SdM Risques chimiques**
Lieu d’enseignement	UFR des Sciences et Techniques
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	BLOT VIRGINIE
Volume horaire total	**TOTAL :** 4h Répartition : **CM :** 4h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Risques Chimiques **0%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l’issu l’étudiant sera capable d’: • identifier les risques santé & sécurité auxquels il sera confronté dans sa vie professionnel, • identifier les moyens de prévention des risques auxquels il sera confronté dans sa vie professionnel.
Contenu	Cette intervention a pour objectif de sensibiliser les étudiants à la gestion des risques en Santé et Sécurité en laboratoire de chimie ou plus généralement au sein de leur future activité professionnelle. Elle devrait également les aider à valider le module d’auto-formation NEO du CNRS, obligatoire pour tous les nouveaux entrants dans un laboratoire de recherche du CNRS.
Méthodes d’enseignement	**Le distanciel** proposera aux étudiants de suivre la e-formation de l'INRS concernant les risques chimiques " Acquérir les notions de base sur les produits chimiques". **Le présentiel** introduira la prévention des risques auxquels seront confrontés les étudiants dans leur future vie professionnel.

Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU200	**PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE S2**
Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	
Volume horaire total	**TOTAL :** 8h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Place de l’enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d’études comprenant l’UE	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET **17%** PROJET EXPERIMENTAL 2 **83%**
Obtention de l’UE	
Programme	
Liste des matières	- INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET (XMS2PE142) - PROJET EXPERIMENTAL 2 (XMS2HMPE1)

XMS2PE142	**INITIATION AU MANAGEMENT DE PROJET**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 8h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d’enseignement	
Bibliographie	

XMS2HMPE1	**PROJET EXPERIMENTAL 2**
Langue d’enseignement	Français
Lieu d’enseignement	
Responsable de la matière	
Volume horaire total	**TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h

Objectifs (résultats d'apprentissage)	• Recherche bibliographique • Rédaction d'un rapport bibliographique en anglais de 10 pages • Mise en œuvre d'expériences adaptée à la résolution d'un problème • Utilisation de nouveaux appareillages après une période de formation • Travail en autonomie • Mise en forme et analyse des résultats • Rédaction hebdomadaire d'un compte-rendu d'avancement en anglais • Présentation des travaux en anglais lors d'une soutenance orale • Gestion de projet ; respect d'un calendrier.
Contenu	• **Objectifs du projet expérimental** A travers une immersion en laboratoire sur un mini-projet de recherche expérimental, le Projet de Travail vise à permettre aux étudiants de Master 1 E-Mat de : • Découvrir des domaines de recherche ou R&D de pointe • Développer des compétences expérimentales multidisciplinaires dans la synthèse, la caractérisation structurale/morphologique/chimique, les propriétés de nouveaux matériaux fonctionnels • Mobiliser les connaissances enseignées en cours pour s'initier à une démarche de recherche en appliquant les savoirs de manière critique et créative à des situations réelles • Gérer leur projet en respectant les délais et les attendus (cahier des charges, livrables) • Synthétiser les résultats et les présenter lors d'une soutenance orale • Se familiariser avec l'anglais scientifique • Développer des compétences de savoir-être au contact des professionnels du laboratoire.
Méthodes d'enseignement	Entre Novembre et fin Février, les étudiants du M1 E-Mat seront présents au laboratoire les vendredi après-midi (typiquement entre 13h30 et 17h00) pour suivre des compléments de formation (en particulier Information et communication scientifique) puis mener à bien leur projet expérimental sous la supervision de leur tuteur de projet.
Bibliographie	

XMS2HMPU2	**Mentoring M1**
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
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	M1 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Mentoring M1 **0%**
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2PU160	**STAGE**

Lieu d’enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l’UE	BERTONCINI PATRICIA MOREAU PHILIPPE
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 Sciences de la Matière - Parcours Innovative Materials and Energy Systems (Graduate Programme E-Mat),M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-DE
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Stage **100%**
Obtention de l’UE	Les étudiants sont évalués : - à l'écrit sur leur rapport de stage - à l'oral lors de leur soutenance de stage. Cet enseignement est obligatoire pour les DA.
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Les objectifs pédagogiques sont de : • faire l’apprentissage de la mise en œuvre d’une démarche scientifique dans un travail personnel de recherche fondamentale ou appliquée • s’intégrer dans une équipe de travail en milieu professionnel • réaliser, pour les stages à l’étranger, une véritable immersion culturelle et linguistique.
Contenu	
Méthodes d’enseignement	
Langue d’enseignement	Français
Bibliographie	

Dernière modification par VIRGINIE BLOT, le 2025-04-22 10:40:09