

## Programme détaillé des enseignements

**SEMESTRE S1**

Commun aux parcours PS, MN et PCAC

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits	
			CM	TD	TP		
F	<b>Physique statistique</b> Gaz parfaits, systèmes à 2 niveaux, conduction dans les métaux, supraconductivité. Modèle d'Ising, champ moyen, exposants critiques, Monte-Carlo.	1 0,8 0,2	26 18 8	18 18		5	
F	<b>Mécanique des milieux continus</b> • Solides: contraintes, déformations, élasticité, piézo-électricité. • Fluides: visqueux newtoniens, solutions exactes et approchées de Navier-Stokes, couches limites, turbulence.	1 0,5 0,5	29 15 14	17 10 7	4 4	5	
F	<b>Physique quantique</b> Moments cinétiques, systèmes à 2 particules 3d, particules identiques, perturbations (in-)dépendantes du temps. Optique quantique et applications.	1 0,66 0,33	32 20 12	22 16 6		5	
F	<b>Physique du solide</b> Liaison cristalline, vibrations classiques et quantiques d'un cristal, gaz d'électrons: Drude, Hall, Sommerfeld et bandes d'énergie, semi-conducteurs homogènes, jonctions.	1	25	25		5	
F	<b>Noyaux et particules</b> Propriétés générales des noyaux: modèles de la goutte liquide, de Fermi, en couches; radioactivité; introduction aux particules élémentaires: leptons, hadrons, quarks et symétrie SU(n), interactions faibles, bosons vecteurs, anti-particules.	1	25	25		5	
F	<b>Méthodes mathématiques en physique linéaire</b> Tenseurs et champs, problèmes aux bords et développement de Fourier généralisé, équations aux dérivées partielles; Réponse linéaire: fonction de Green, distributions.	1	25	25		5	
<b>TOTAL HORAIRE S1</b>		<b>298h :</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>132</b>	<b>4</b>	<b><u>30</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle

**SEMESTRE S2**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits	
			CM	TD	TP		
F (3)	<b>Propriétés électriques et magnétiques de la matière</b> Propagation, dispersion et absorption d'une onde dans les milieux matériels; champ E-M à grande distance d'un dipôle oscillant et diffusion; courants électriques polyphasés. Propriétés magnétiques de la matière.	1	30	20		5	
		0,6	16	14			
		0,4	14	6			
F (3)	<b>Thermodynamique et thermique</b> Transitions de phases, production de basses températures, troisième principe, diffusion thermique, couplage linéaire, phénomènes irréversibles, effets thermo-électriques.	1	18	16	16	5	
F (3)	<b>Méthodes de simulation</b> Introduction à la programmation orientée objet et au langage C++. Principe et méthodes de Monte-Carlo, mise en oeuvre d'une application à l'aide de la plate-forme de simulation GEANT.	1	28		26	5	
		0,5	16		18		
		0,5	12		8		
F (3)	<b>Stage et Anglais</b> Stage en laboratoire ou en entreprise (au moins 10 semaines). Mise en oeuvre de l'anglais scientifique écrit dans l'étude d'une matière nouvelle.	1		10		5	
		0,8					
		0,2		10			
F (4)	<b>Introduction à la physique subatomique</b> Relativité et quantification, équation de Dirac. Théorie des collisions et désintégrations: des amplitudes aux probabilités; Théorie de Fermi: application à la désintégration du muon et introduction au Modèle Standard.	1	26	14	10	5	
		0,5	16	9			
		0,5	10	5	10		
F (4)	<b>Physique subatomique expérimentale</b> Détection de particules: principes de détection, l'exemple d'Aleph, application sur des données réelles. Physique des réacteurs nucléaires: neutronique, mise en pratique de la cinétique des réacteurs et du contrôle de la réactivité à l'INSTN de Saclay.	1	20	13	22	5	
		0,5	9	4	8		
		0,5	11	9	14		
	<b>TOTAL HORAIRE S2 :</b>	<b>269h :</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>30</b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1 :</b>	<b>567h :</b>	<b>12</b>	<b>284</b>	<b>205</b>	<b>78</b>	<b>60</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale; Op: optionnelle

(3) Commune aux parcours PS, MN et PCAC

(4) Propre au parcours

**SEMESTRE S3**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>Symétries en physique</b> Contraintes de symétrie sur les lois physiques et grandeurs conservées, théorème de Nöther. Théorie des groupes et de la représentation. Applications: théorème de Wigner, structures cristallines, molécules, règles de sélection atomique, multiplets de particules, atome H...	1	17	8		5
F	<b>Analyse et traitement statistique des données</b> Notions de probabilités, théorèmes généraux, caractéristiques des distributions usuelles, théorème central limite, estimation de paramètres: méthodes du maximum de vraisemblance, des moindres carrés, des moments; test d'hypothèses, analyse discriminante, réseau de neurones.	1	17	8		5
F	<b>Théorie des champs</b> Champs classiques, intégrale de chemins, seconde quantification et règles de Feynman. Perturbations et matrice S, amplitudes invariantes et probabilités. Brisure spontanée de symétrie. Fermions et bosons vecteurs. Exemples d'applications.	1	17	7		5
F	<b>Invariance de jauge et corrections radiatives</b> Théorème de Nöther en théorie des champs, symétries locales, théories de jauge non-abéliennes: QCD, unitarité. Renormalisation, vertex effectifs, évolution des constantes de couplages, grande unification.	1	13	7		5
F	<b>Détection des particules</b> Théorie des processus élémentaires: ionisation, rayonnements, matérialisation. Mesure des particules chargées: détecteurs gazeux et solides. Détection des photons: Rayons X, gammas, hautes énergies. Détecteur Cerenkov. Rayonnement de transition.	1	17	8		5
Op	<b>Dosimétrie et radioprotection</b> Introduction (notion de dose). Dépôt de dose par les électrons, par les particules lourdes chargées. Dépôt de dose par les gammas et les neutrons. Éléments de radioprotection.	1	13	7		5
Op	<b>Interaction Lumière-Matière (cf MN)</b> Constante diélectrique classique. Relations de Kramers-Kronig. Approximation dipolaire électrique. Formalisme de la matrice densité. Équations de Bloch optiques.	1	16	7		5
<b>TOTAL HORAIRE S3 : (4)</b>		<b>141h :</b>	<b>6</b>	<b>96</b>	<b>45</b>	<b>30</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle (1 option à choisir parmi 2)

**SEMESTRE S4**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>L'interaction Electro-Faible</b> Modèle de Fermi, phénoménologie de l'interaction faible, violation de parité, courants E-F, lagrangien du modèle standard E-F, mécanisme de Higgs, matrice de mélange des quarks, violation de CP, tests de précision.	1	20	10		5
F	<b>Interaction forte et matière hadronique</b> Physique hadronique : modèle des quarks, SU(3), diffusion élastique et facteurs de forme, diffusion inélastique et partons, structure des hadrons Physique des ions lourds : modèle du sac, (dé-)confinement et Plasma de Quarks-Gluons (QGP), diagramme de phases de QCD, collisions p-p, modèle de Glauber, collisions d'ions lourds, sondes du QGP, effets collectifs et de milieu	1 0,5 0,5	20 10 10	10 5 5		5
F	<b>Stage d'initiation à la recherche (16-20 semaines)</b> dans un laboratoire dépendant d'un organisme de recherche (Université, CNRS, CEA, ONERA, CERN, ..... ) ou dans un laboratoire de recherche et développement industriel	4				20
	<b>TOTAL HORAIRE S4 :</b>	<b>60h :</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b><u>30</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M2 : (4)</b>	<b>201h :</b>	<b>12</b>	<b>136</b>	<b>65</b>	<b><u>60</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1+M2 : (4)</b>	<b>768h :</b>		<b>420</b>	<b>270</b>	<b>78</b>
					<b>78</b>	<b><u>120</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle

## SEMESTRE S2

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits	
			CM	TD	TP		
F (3)	<b>Propriétés électriques et magnétiques de la matière</b> Propagation, dispersion et absorption d'une onde dans les milieux matériels; champ E-M à grande distance d'un dipôle oscillant et diffusion; courants électriques polyphasés. Propriétés magnétiques de la matière.	1	30	20		5	
		0,6	16	14			
		0,4	14	6			
F (3)	<b>Thermodynamique et thermique</b> Transitions de phases, production de basses températures, troisième principe, diffusion thermique, couplage linéaire, phénomènes irréversibles, effets thermo-électriques.	1	18	16	16	5	
F (3)	<b>Méthodes de simulation</b> Introduction à la programmation orientée objet et au langage C++. Principe et méthodes de Monte-Carlo, mise en oeuvre d'une application à l'aide de la plate-forme de simulation GEANT.	1	28		26	5	
		0,5	16		18		
		0,5	12		8		
F (3)	<b>Stage et Anglais</b> Stage en laboratoire ou en entreprise ( <i>au moins 10 semaines</i> ) Mise en oeuvre de l'anglais scientifique écrit dans l'étude d'une matière nouvelle	1		10		5	
		0,8					
		0,2		10			
F (4)	<b>Physique de l'environnement atmosphérique I</b> Dynamique de l'atmosphère à grande échelle. Rayonnement solaire et terrestre: transfert radiatif dans les atmosphères dispersives et absorbantes.	1	26	16	8	5	
		0,5	13	8	4		
		0,5	13	8	4		
F (4)	<b>Physique de l'environnement atmosphérique II</b> Couches limites planétaires et turbulence atmosphérique. Thermodynamique de l'atmosphère et physique des nuages.	1	26	16	8	5	
		0,5	13	8	4		
		0,5	13	8	4		
	<b>TOTAL HORAIRE S2 :</b>	<b>264h :</b>	<b>6</b>	<b>128</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>30</b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1 :</b>	<b>562h :</b>	<b>12</b>	<b>290</b>	<b>210</b>	<b>62</b>	<b>60</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale; Op: optionnelle

(3) Commune aux parcours PS, MN et PCAC

(4) Propre au parcours

## SEMESTRE S3

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b><u>Le système atmosphérique : de l'échelle synoptique à l'échelle régionale</u></b> Analyse quasi-géostrophique, instabilité barocline, théorie linéaire des perturbations, frontogénèse, échanges troposphère-stratosphère. Dynamique à méso-échelle, convection profonde, ondes de montagne, fermeture de la turbulence, dispersion turbulente des polluants.	1	16	8		5
	0,5	8	4			
	0,5	8	4			
F	<b><u>Bilan radiatif et fonctionnement du système climatique</u></b> Variations climatiques, introduction au système climatique, circulation générale de l'atmosphère. Équation du transport radiatif dans l'atmosphère, réchauffement et refroidissement radiatif de l'atmosphère.	1	16	8		5
	0,5	8	4			
	0,5	8	4			
F	<b><u>Système atmosphérique multiphasique: aérosol, chimie et nuages</u></b> Sources, caractéristiques, transformation, réactions chimiques; dépôt sec des aérosols. Microphysique des hydrométéores : de la nucléation jusqu'à la précipitation. Absorption des gaz, transfert de masse, chimie et photochimie en milieu nuageux, dépôts humides.	1	18	8		5
	0,33	6	2			
	0,33	6	3			
F	<b><u>Méthodes et outils de modélisation numérique en physique de l'atmosphère</u></b> Transformations en repères non-orthogonaux: Coordonnées suivant le terrain, verticales télescopiques, domaines imbriqués. Méthodes de solution numérique : discrétisation, schémas explicites et implicites, assimilation. Paramétrisations sous-maille : turbulence, convection: hiérarchie des modèles.	1	15	9		5
	0,33	5	3			
	0,33	5	3			
Op	<b><u>Dosimétrie et radioprotection</u></b> Introduction (notion de dose). Dépôt de dose par les électrons, par les particules lourdes chargées. Dépôt de dose par les gammas et les neutrons. Éléments de radioprotection.	1	13	7		5
Op	<b><u>Analyse et traitement statistique des données</u></b> Notions de probabilités, théorèmes généraux, caractéristiques des distributions usuelles, théorème central limite, estimation de paramètres: méthodes du maximum de vraisemblance, des moindres carrés, des moments; test d'hypothèses, analyse discriminante, réseau de neurones.	1	17	8		5

## Master Physique

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
Op	<u>Une UE de Chimie ou de Biologie</u> à choisir au sein des Masters correspondants	1	13	7		5
<b>TOTAL HORAIRE S3 : (4)</b>		<b>140h :</b>	<b>92</b>	<b>48</b>		<b><u>30</u></b>

**SEMESTRE S4**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>Météorologie à l'échelle locale et pollution atmosphérique</b> Impact du changement climatique sur le climat régional; technique de mesure d'émissions, de transport et de dépôt par télédétection passive. La capacité oxydante de l'atmosphère: photochimie, ozone; bilan du soufre, azote, carbone.	1	18	8		5
		0,5	11	5		
		0,5	7	3		
F	<b>Instrumentation et techniques d'observation de l'atmosphère</b> Mesures directes: capteurs, échantillonnage, méthodes d'analyses, validation, mesures aéroportées, mesures au sol. Mesures par télédétection active: (Radar, Lidar, GPS) mesure de la dynamique et des précipitations, nuages, aérosols, chimie.	1	18	8		5
		0,5	10	4		
		0,5	8	4		
F	<b>Stage d'initiation à la recherche (16-20 semaines)</b> dans un laboratoire dépendant d'un organisme de recherche (Université, CNRS, CEA, ONERA, CERN, ..... ) ou dans un laboratoire de recherche et développement industriel	4				20
	<b>TOTAL HORAIRE S4 :</b>	<b>52h :</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>30</b>
	<b>TOTAL HORAIRE M2 : (4)</b>	<b>192h :</b>	<b>12</b>	<b>128</b>	<b>64</b>	<b>60</b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1+M2 : (4)</b>	<b>754h :</b>		<b>418</b>	<b>274</b>	<b>62</b>
					<b>62</b>	<b>120</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle (2 options à choisir parmi 3)

**SEMESTRE S2**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits	
			CM	TD	TP		
F (3)	<b>Propriétés électriques et magnétiques de la matière</b> Propagation, dispersion et absorption d'une onde dans les milieux matériels; champ E-M à grande distance d'un dipôle oscillant et diffusion; courants électriques polyphasés. Propriétés magnétiques de la matière.	1	30	20		5	
		0,6	16	14			
		0,4	14	6			
F (3)	<b>Thermodynamique et thermique</b> Transitions de phases, production de basses températures, troisième principe, diffusion thermique, couplage linéaire, phénomènes irréversibles, effets thermo-électriques.	1	18	16	16	5	
F (3)	<b>Méthodes de simulation</b> Introduction à la programmation orientée objet et au langage C++. Principe et méthodes de Monte-Carlo, mise en oeuvre d'une application à l'aide de la plate-forme de simulation GEANT.	1	28		26	5	
		0,5	16		18		
		0,5	12		8		
F (3)	<b>Stage et Anglais</b> Stage en laboratoire ou en entreprise (au moins 10 semaines). Mise en oeuvre de l'anglais scientifique écrit dans l'étude d'une matière nouvelle.	1		10		5	
		0,8					
		0,2		10			
F (4)	<b>Propriétés physiques des matériaux et des composants à semiconducteurs</b> Diffraction, microscopie électronique. Optique anisotrope. Physique des composants à semi-conducteurs.	1	40	14	4	5	
		0,33	12	4	4		
		0,33	12	4			
		0,33	16	6			
F (4)	<b>Nanosciences et photonique</b> Physique statistique du nanomonde. Cristaux photoniques.	1	30	12		5	
		0,5	16	6			
		0,5	14	6			
<b>TOTAL HORAIRE S2 :</b>		<b>264h :</b>	<b>6</b>	<b>146</b>	<b>72</b>	<b>46</b>	<b>30</b>
<b>TOTAL HORAIRE M1 :</b>		<b>562h :</b>	<b>12</b>	<b>308</b>	<b>204</b>	<b>50</b>	<b>60</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale; Op: optionnelle

(3) Commune aux parcours PS, MN et PCAC

(4) Propre au parcours

**SEMESTRE S3**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>Interaction Lumière-Matière</b> Constante diélectrique classique. Relations de Kramers-Kronig. Approximation dipolaire électrique. Formalisme de la matrice densité. Équations de Bloch optiques	1	16	7		5
F	<b>Physique des surfaces et interfaces</b> Techniques d'analyse de surface. Diffraction d'électrons. Spectroscopie d'électrons. Techniques du vide. Montages expérimentaux.	1	16	10		5
F	<b>Bandes interdites photoniques</b> Modèles théoriques, Modélisations. Contrôle des ondes électromagnétiques. Spécificités des structures métalliques. Méta-matériaux.	1	16	7		5
Op	<b>Spectroscopies optiques et électroniques : études de cas</b> Photoluminescence, réflectivité, absorption, ellipsométrie. Spectroscopie de photo-électrons et Auger, analyse par faisceau d'ions.	1	14	4	8	5
Op	<b>Nanostructures et nanosystèmes</b> Échange gaz-matériaux. Matériaux et structures: principes, caractérisation et technologies de réalisation. Micro- et nano-systèmes pour capteurs chimiques.	1	16	10		5
Op	<b>Applications médicales des rayonnements ionisants</b> Production et utilisation, effets biologiques. Principes d'imagerie médicale (scintigraphie, TEP, IRM,.....).	1	16	10		5
Op	<b>Symétries en physique</b> Contraintes de symétrie sur les lois physiques et grandeurs conservées, théorème de Nöther. Théorie des groupes et de la représentation. Applications: théorème de Wigner, structures cristallines, molécules, règles de sélection atomique, multiplets de particules, atome H...	1	17	8		5
Op	<b>Dosimétrie et radioprotection</b> Introduction (notion de dose). Dépôt de dose par les électrons, par les particules lourdes chargées. Dépôt de dose par les gammas et les neutrons. Éléments de radioprotection.	1	13	7		5
Op	<b>Une UE de Chimie ou de Biologie</b> à choisir au sein des Masters correspondants	1	13	7		5
<b>TOTAL HORAIRE S3 : (4)</b>		<b>144h :</b>	<b>93</b>	<b>47</b>	<b>4</b>	<b>30</b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle (3 options à choisir parmi 6)

**SEMESTRE S4**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef · (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits	
			CM	TD	TP		
F	<b>Physique des surfaces et croissance cristalline</b> Modes de croissance épitaxiale. Modèles atomistiques. Procédés d'épitaxie. Épitaxie sélective et formes de croissance.	1	16	10		5	
F	<b>Physique des nanostructures</b> Fabrication, observation de nano-objets, formes d'équilibre. Nanostructures de semi-conducteurs, couplage exciton-lumière.	1	16	10		5	
F	<b>Stage d'initiation à la recherche (16-20 semaines)</b> dans un laboratoire dépendant d'un organisme de recherche (Université, CNRS, CEA, ONERA, CERN, ..... ) ou dans un laboratoire de recherche et développement industriel.	4				20	
	<b>TOTAL HORAIRE S4 :</b>	<b>52h :</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b><u>30</u></b>	
	<b>TOTAL HORAIRE M2 : (4)</b>	<b>196h :</b>	<b>12</b>	<b>125</b>	<b>67</b>	<b>4</b>	<b><u>60</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1+M2 : (4)</b>	<b>758h :</b>		<b>433</b>	<b>271</b>	<b>58</b>	<b><u>120</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle

**SEMESTRE S1**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b><u>Thermodynamique et Physique statistique</u></b> Gaz parfaits, systèmes à 2 niveaux, conduction dans les métaux, supraconductivité. TP de thermodynamique.	1 0,7 0,3	18 18	18 18	12 12	5
F	<b><u>Mécanique des milieux continus</u></b> Solides: contraintes, déformations, élasticité, piézo-électricité. Fluides: visqueux newtoniens, solutions exactes et approchées de Navier- ? couches limites, turbulence.	1 0,5 0,5	29 15 14	17 10 7	4 4	5
F	<b><u>Physique quantique et du solide</u></b> Historique, principes généraux de la mécanique quantique, oscillateur harmonique, moments cinétiques, systèmes à 2 niveaux. Réseaux, phonons, capacité calorifique, gaz de Fermi, niveaux dans un potentiel périodique, bandes.	1 0,5 0,5	33 17 16	21 10 11		5
F	<b><u>Chimie de Coordination et Chimie Physique</u></b> <b>Chimie de coordination :</b> Chap. 1 Propriétés électroniques des métaux de transitions Chap. 2 Propriétés des ligands Chap. 3 Propriétés de symétrie des complexes de MT - Introduction à la théorie des groupes Chap. 4 Théorie du champ des ligands Chap. 5 Propriétés électroniques et magnétiques des complexes Chap. 6 Propriétés spectroscopiques <b>Travaux pratiques de Chimie Physique :</b> ampérométrie, polarographie, volumes molaires partiels, diagrammes d'ébullition-rosée, moments dipolaires, spectroscopies UV-visible, IR, spectroscopie de fluorescence	1 0,50 0,50	14 14	8 8	28 28	5
F	<b><u>Chimie approfondie des éléments</u></b> <b>Chimie des éléments du bloc p :</b> Etudes de la famille des éléments non-métalliques : oxydes, oxyacides et oxyanions. Les liaisons d'oxygène. Silicates et aluminosilicates. Familles du carbone et de l'azote, propriétés physiques et chimiques, abondance naturelle et synthèse, grands types des composés dérivés et grands domaines d'application. <b>Travaux pratiques de chimie inorganique :</b> Spectrophotométrie d'absorption atomique et d'émission de flamme: "Dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux" Diffraction des rayons-X sur poudre: "Identification de phases - Détermination d'un taux de substitution en	1 0,60 0,40	22 22	6 6	22 22	5

## Master Physique

	<p>solution solide - Détermination de la composition d'un mélange cristallin polyphasé"</p> <p>Méthodes séparatives 1, Chromatographie ionique: "Dosage des anions d'un engrais"</p> <p>Méthode séparatives 2, Electrogravimétrie: "Dosage simultané du cuivre et du plomb dans un laiton"</p> <p>Analyse thermogravimétrique et analyse thermique différentielle:</p> <p>"Détermination d'un taux d'hydratation</p> <p>Etude de la stabilité thermique d'un composé - Mesure d'enthalpies de réaction"</p>					
F	<p><b>Chimie Physique</b></p> <p><b>Spectroscopie chimique</b> : - spectroscopies : généralités, spectroscopies atomiques, spectroscopies moléculaires d'absorption (rotationnelle, vibrationnelle, électronique), spectroscopies moléculaires d'émission (Rayleigh, Raman, fluorescence)</p> <p><b>Thermodynamique chimique</b> : thermodynamique des mélanges et des solutions.</p>	<p><b>1</b> 0.65</p> <p>0.35</p>	<p><b>28</b> 18</p> <p>10</p>	<p><b>22</b> 14</p> <p>8</p>		<p>5</p>
<b>TOTAL HORAIRE S1 :</b>		<b>6</b>				<b><u>30</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle

**SEMESTRE S2**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef. (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>Propriétés électriques et magnétiques de la matière</b> Propagation, dispersion et absorption d'une onde dans les milieux matériels; champ E-M à grande distance d'un dipôle oscillant et diffusion; courants électriques polyphasés. Propriétés magnétiques de la matière.	1	30	20		5
		0,6	16	14		
		0,4	14	6		
F	<b>Chimie théorique</b> Chimie organique théorique. Modélisation: simulation moléculaire.	1	30	10	10	5
		0,7	20	10	4	
		0,3	10		6	
F	<b>Stage et anglais</b> Stage en laboratoire ou en entreprise (au moins 10 semaines). Mise en oeuvre de l'anglais scientifique écrit dans l'étude d'une matière nouvelle.	1		10		5
		0,8				
		0,2		10		
Op (6)	<b>Introduction à la physique subatomique (cf PS)</b> Relativité et quantification, équation de Dirac. Théorie des collisions et désintégrations: des amplitudes aux probabilités; Théorie de Fermi: application à la désintégration du muon et introduction au Modèle Standard.	1	26	14	10	5
		0,5	16	9		
		0,5	10	5	10	
Op (3,6)	<b>Physique subatomique expérimentale (cf PS)</b> Détection de particules: principes de détection, l'exemple d'Aleph, application sur des données réelles. Physique des réacteurs nucléaires: neutronique, mise en pratique de la cinétique des réacteurs et du contrôle de la réactivité à l'INSTN de Saclay.	1	20	13	22	5
		0,5	9	4	8	
		0,5	11	9	14	
Op (6)	<b>Propriétés physiques des matériaux et des composants à semi-conducteurs (cf MN)</b> Diffraction, microscopie électronique. Optique anisotrope. Physique des composants à semi-conducteurs.	1	40	14	4	5
		0,33	12	4	4	
		0,33	12	4		
Op (6)	<b>Nanosciences et photonique (cf MN)</b> Physique statistique du nanomonde. Cristaux photoniques.	1	30	12		5
		0,5	16	6		
		0,5	14	6		
Op (6)	<b>Physique de l'environnement atmosphérique I (cf PCAC)</b> Dynamique de l'atmosphère à grande échelle. Rayonnement solaire et terrestre: transfert radiatif dans les atmosphères dispersives et absorbantes.	1	26	16	8	5
		0,5	13	8	4	
		0,5	13	8	4	

## Master Physique

Op (3,6)	<b><u>Physique de l'environnement atmosphérique II (cf PCAC)</u></b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
	Couches limites planétaires et turbulence atmosphérique.	0,5	13	8	4	
	Thermodynamique de l'atmosphère et physique des nuages.	0,5	13	8	4	
Op	<b><u>Electronique</u></b> Fonction amplification, physique des semiconduc-teurs, diodes à jonction; transistors bi-polaires, MOS et montages, ampli. opérationnel.	1	18	12	20	<b>5</b>
Op	<b><u>Préparation aux métiers de l'enseignement</u></b> Optique anisotrope, milieux linéaires, préparation d'une leçon de chimie avec les étudiants de la préparation à l'agrégation.	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>5</b>
Op (5)	<b><u>Synthèse Organique Approfondie</u></b> Synthèse Enantiosélective : méthodes de synthèse asymétrique (addition sur des carbonyles, des doubles liaisons C-C, réductions et oxydations asymétriques...).	<b>1</b> 0.5	<b>26</b> 13	<b>12</b> 6	<b>12</b> 6	
	Synthèse de Biomolécules : Peptides, oligonucléotides, méthodes de protection / déprotections, méthodes de couplage, stratégies de synthèse en solution et sur support.	0.5	13	6	6	
Op (5)	<b><u>Chimie Hétérocyclique (cf M Chimie)</u></b> Composés hétéroaromatiques : Synthèse et réactivité des pyridines, quinoléines, pyrroles, furanes, thiophènes, indoles...	<b>1</b> 0.5	<b>27</b> 15	<b>15</b> 7	<b>8</b> 4	
	Composés hétérocycliques non aromatiques : Chimie des glucides, pipéridines...	0.5	12	8	4	
Op (5)	<b><u>Propriétés physico-chimiques des matériaux</u></b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	
	<b><u>Chimie du solide</u></b> : Liaisons dans les solides – Défauts ; Relation Structure – Propriétés ; Conductivité électronique ; Propriétés Magnétiques ; Propriétés Optiques ; Propriétés Thermique	0,7	23	5	12	
	<b><u>Résonance paramagnétique électronique</u></b> : Les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes de résonance magnétique ainsi que les aspects théoriques seront développés. Exemples d'analyse dans des cas concrets: Etude par RPE des défauts dans les solides, des transformations de phases, des réactions redox, en chimie du solide, chimie des polymères... Présentation des outils de calcul et de traitement de spectres numérisés	0,3	6		4	

Op (5)	<p><b>Physico-chimie de l'Environnement</b>  <b>Bases physico-chimiques des procédés de récupération et de traitements de polluants</b> Modélisation des équilibres liquide-liquide, liquide-vapeur et liquide-solide - Application aux procédés d'extraction, de distillation, de séparation et de précipitation  <b>Transport et dispersion des polluants</b>                      Mécanismes de dispersion moléculaire, par convection et par advection. Loi de Fick. Dispersion des fumées : panache gaussien. Processus de sédimentation. Calculs en régime stationnaire dans des compartiments de l'environnement.</p>	1	20	18	12		
Op (5)	<p><b>Synthèse et Caractérisation des Matériaux</b>  <b>Stratégie de synthèse des matériaux :</b> Procédés de chimie douce: Chap. 1 : les précurseurs moléculaires de condensation en solution aqueuse (polycations &amp; polyanions) et en milieu organique (alkoxydes métalliques). Chap. 2 : les mécanismes de condensation : l'olation et l'oxolation. Chap. 3 : aspects cinétique et thermodynamique de la condensation. Chap. 4 La transition Sol-Gel Chap. 5 : Mise en forme des matériaux (monolithe, couches épaisses, couches minces) Chap. 6 : mise en oeuvre pratique des procédés de synthèse par chimie douce (Sol-Gel, coprécipitation, synthèse hydrothermale).                      Procédés d'élaboration des céramiques et des verres.                      Dépôts physique en phase vapeur : technique de choix pour l'élaboration de couches minces. Configuration classique de la pulvérisation cathodique magnétron.                      Bases de l'interaction ions matière                      Concepts sur le processus de pulvérisation                      Mécanismes de croissance des couches minces.  <b>Spectroscopies vibrationnelles pour le solide (IR, Raman) :</b> Rappels sur les propriétés de symétries des réseaux périodiques – théorie des groupes – Principe des spectroscopies infra-rouge (proche, moyen et lointain) et raman -</p>	1 0,7	26 20	4	20 20		
Op (5)	<p><b>Polymères</b>                      Transformations et Applications : cinétique de la polymérisation et de la polycondensation, techniques industrielles de synthèse et de mise en œuvre des polymères.                      Analyses Thermiques : Caractérisation des polymères par analyses thermiques (DSC, MDSC).                      Modélisation : modèle de la chaîne gaussienne, simulation moléculaire, aspects structuraux, qualité du solvant, théorie de Flory-Huggins, systèmes polymère-solvant.</p>	1 0,50	30 18	5 5	15		
		0,20	5		6		
		0,30	7		9		
	<b>TOTAL HORAIRE S2 : (4)</b>	<b>260h :</b>	<b>6</b>	<b>140</b>	<b>81</b>	<b>39</b>	<b><u>30</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1 : (4)</b>	<b>574h :</b>	<b>12</b>	<b>291</b>	<b>174</b>	<b>109</b>	<b><u>60</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale, Op: optionnelle (3 options à choisir)

(3) Dépend de l'UE précédente.

(5) Voir Master de Chimie (6) Commun avec les parcours PS, MN ou PCAC

**SEMESTRE S3**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
F	<b>Préparation à l'Agrégation en Sciences Physiques option Physique</b> Validée par un examen oral des connaissances acquises lors de cette préparation	6				30
<b>TOTAL HORAIRE S3 :</b>		<b>0h :</b>	<b>6</b>			<b><u>30</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle; le type d'UE dépend du choix effectué

**SEMESTRE S4**

Type d'U.E. (1)	Intitulé et descriptif des U.E.	Coef · (2)	Nombre d'heures par semestre			Crédits
			CM	TD	TP	
Op	<b>Unité I</b> A choisir en concertation avec les responsables du Master et des parcours parmi les UE d'un des parcours PS, MN ou PCAC	1	16	9		5
Op	<b>Unité II</b> Idem	1	16	9		5
Op	<b>Unité III</b> Idem	1	16	9		5
Op	<b>Unité IV</b> Idem	1	16	9		5
F	<b>Stage d'initiation à la recherche</b> dans un laboratoire dépendant d'un organisme de recherche (Université, CNRS, CEA, ONERA, CERN, ..... ) ou dans un laboratoire de recherche et développement industriel. Durée: 16-20 semaines pour stage standard, ou 40 semaines à temps partiel (stage aménagé)	2				10
	<b>TOTAL HORAIRE S4 : (4)</b>	<b>100h :</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b><u>30</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M2 : (4)</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b><u>60</u></b>
	<b>TOTAL HORAIRE M1+M2 : (4)</b>	<b>6</b>		<b>355</b>	<b>210</b>	<b>109</b>
						<b><u>120</u></b>

Type d'U.E.: F: fondamentale ; Op : optionnelle; le type d'UE dépend du choix effectué