

## M1 - Fiche descriptive de l'UE Physique Numérique et Projet

<b>Intitulé de l'UE :</b>	<b>Code Apogée UE : MU4PY108</b>
	<b>Nombre d'ECTS : 6 ECTS</b>
<b>Responsable de l'UE :</b>	Nom : <b>Ferlat Guillaume</b> Adresse : IMPMC, 23-24, 4 <sup>e</sup> étage Tél : 01 44 27 98 22 Courriel : <a href="mailto:guillaume.ferlat@upmc.fr">guillaume.ferlat@upmc.fr</a>
<b>Volumes horaires globaux :</b>	16h de CM 16h de TP + 16h de Projet
<b>Période où l'enseignement est proposé :</b>	S1
<b>Localisation des enseignements</b>	Campus Jussieu
<b>Autre Master où l'UE est proposée :</b>	
<b>Objectifs :</b>	Les calculs numériques sur ordinateur sont, depuis déjà plusieurs décennies, incontournables pour les physiciens que ce soit les simulations Monte-Carlo ou de dynamique moléculaire, les calculs quantiques de types divers, ou les simulations de milieux continus. Il ne s'agit toutefois ni d'informatique à proprement parler, ni de mathématiques appliquées ou d'algorithmique, mais d'une démarche spécifique consistant à cerner les limites d'une solution analytique à un problème de physique donné, le reformuler en un problème susceptible d'une solution numérique, obtenir cette solution, évaluer la pertinence et la fiabilité du résultat, et enfin, tenter d'en tirer des conclusions physiques pertinentes. Ainsi, cette UE vise à rendre les étudiants autonomes dans la résolution numérique de problèmes physiques a priori non résolubles analytiquement. Les sujets sont choisis dans différents domaines d'une physique aussi contemporaine que possible.
<b>Pré-requis :</b>	Il est souhaitable d'avoir déjà utilisé un langage de programmation ou d'avoir quelques notions d'algorithmique. Niveau en physique et mathématiques normal en M1 : Mécanique du point, énergie. Optique géométrique et interférentielle, électromagnétisme des diélectriques. Physique quantique, équation de Schrödinger. Équations différentielles, séries et transformées de Fourier, calculs matriciels, valeurs propres, matrices hermitiques.
<b>Thèmes abordés / Notions et contenus :</b>	<b>Rappels pratiques</b> sur le système Unix/Linux, langage (fortran95 ou python), compilation, ainsi que : – Méthodes de recherche des zéros d'une fonction : application à l'étude des transitions de phase du 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> ordre. – Équations différentielles ordinaires : chaîne de pendules, équation de Sine-Gordon, solitons... Illustration d'effets non-linéaires et de <i>chaos déterministe</i> . – Transformées de Fourier numériques : application à la diffraction des rayons X sur une surface cristalline – Équations aux valeurs propres : application à la détermination des modes propres d'un instrument de musique  Quelques exemples de <b>projets possibles</b> : – Méthodes Monte-Carlo : du modèle d'Ising à la transition ordre-désordre dans les alliages, en passant par le voyageur de commerce ... – Modélisation d'une nuée d'oiseaux (version dynamique du modèle d'Ising) – Modèle proie-prédateurs (équations différentielles couplées) – Dynamique moléculaire d'atomes en interaction – Méthodes variationnelles : équation de Schrödinger en milieu périodique 3D. (en utilisant le théorème de Bloch et les transformées de Fourier rapides, on étudie le comportement d'un électron dans le potentiel périodique d'un cristal) – Modélisation d'un nuage lenticulaire ou du vol d'un frisbee (hydrodynamique) – Modélisation d'un tremblement de terre (frottement solide) – Modes propres d'une poutre ou d'un pont. – Discrétisation et intégration numérique : diffusion d'une particule par un potentiel central. Ce problème se ramène au calcul d'une intégrale ; on peut simuler les résultats de l'expérience de Rutherford par exemple.

	Les exemples de physique ci-dessus sont donnés à titre indicatif et pourront faire l'objet de concertation avec les enseignants des autres matières.
<b>Compétences attendues à la fin de l'UE :</b>	Mise en œuvre numérique d'un problème physique
<b>Ouvrages de référence :</b>	
<b>Modalités d'évaluation :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compte-rendus de TP</li> <li>- Projet : soutenance orale + rapport écrit</li> </ul>
<b>Barèmes (Apogée) :</b>	<p><i>Une seule note sur 100 obtenue avec :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>CC=les notes de compte-rendus</i></li> <li>- <i>PO= soutenance orale du projet effectué</i></li> <li>- <i>PE= rapport écrit du projet effectué</i></li> </ul> <p><i>La note de l'UE est : NOTE= 0.3*CC+0.35*PO+0.35*PE</i></p>