

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

Année 2024-2025

Intitulé de l'UE : Physique Numérique et Projet	Code Apogée UE : MU4PY108 Nombre d'ECTS : 6 ECTS
Responsable de l'UE :	Nom : Ferlat Guillaume Adresse : IMPMC, 23-24, 4 ^e étage Tél : 01 44 27 98 22 Courriel : guillaume.ferlat@sorbonne-universite.fr
Volumes horaires globaux :	32h de cours-TP + 16h de Projet
Période où l'enseignement est proposé :	S1
Localisation des enseignements	Campus Pierre et Marie Curie (Jussieu)
Autre Master où l'UE est proposée :	
Objectifs :	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.
Pré-requis :	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.
Thèmes abordés / Notions et contenus :	Rappels pratiques sur le système Unix/Linux, langage, compilation, ainsi que : <ul style="list-style-type: none"> – Méthodes de recherche des zéros d'une fonction : application à l'étude d'un modèle mécanique de transitions de phase du 1^{er} et 2^e ordre. – Équations différentielles ordinaires. Modélisation d'un tremblement de terre (étude du frottement solide). Illustration d'effets non-linéaires et de <i>chaos déterministe</i>. – Processus aléatoires et méthode Monte-Carlo. Transitions de phases dans une collection d'atomes. Quelques exemples de projets possibles : <ul style="list-style-type: none"> – Modèle d'Ising, problème du voyageur de commerce et autres problèmes d'optimisation ... – Modélisation d'une nuée d'oiseaux (introduction aux phénomènes collectifs dans la matière active) – Modèle proies-prédateurs et ses variantes – Propagation d'épidémie (modèle SEIR et ses variantes) – Propagation de feux de forêts (théorie de la percolation) – Dynamique moléculaire d'atomes dans la matière ou de planètes dans le système solaire – Equation de Schrödinger en milieu périodique 3D (étude du comportement d'un électron dans le potentiel périodique d'un cristal) – Equation de Schrödinger dépendante du temps (effet tunnel, théorème d'Ehrenfest)

Physique fondamentale et applications

	<ul style="list-style-type: none"> - Modélisation d'un nuage lenticulaire ou de la portance d'un frisbee (hydrodynamique d'un fluide irrotationnel et incompressible) - Modes propres d'une poutre ou d'un instrument de musique - Diffusion de la chaleur dans un joint de culasse - Modélisation de la diffraction de rayons X sur une surface cristalline <p>Les exemples de physique ci-dessus sont donnés à titre indicatif et pourront faire l'objet de concertation avec les enseignants des autres matières.</p> <p>Les personnes n'ayant aucune expérience en langage de programmation seront initiées au langage Python. Les personnes ayant déjà une expérience de programmation seront initiées au langage fortran95, plus adapté au calcul scientifique intensif.</p>
Compétences attendues à la fin de l'UE :	Mise en œuvre numérique d'un problème physique
Ouvrages de référence :	
Modalités d'évaluation :	<ul style="list-style-type: none"> - CC sur machine - Comptes-rendus de TP - Projet : soutenance orale + rapport écrit
Barèmes (Apogée) :	<p><i>Une seule note sur 100 obtenue avec :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - CC = devoir sur machine - CR = notes de compte-rendus - PO = soutenance orale du projet effectué - PE = rapport écrit du projet effectué <p><i>La note de l'UE est : NOTE= 0,25*CR + 0,25*CC + 0,25*PO + 0,25*PE</i></p>