

Physique fondamentale et applications Master 1

Intitulé UE	Physique non-linéaire et systèmes dynamiques
Crédits ECTS	4
Responsable de l'UE	Adrian Daerr
Volume horaire	Cours: 15 TD: 15 TP: 6
Semestre	S1
Pré-requis	<p>Connaissances physiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mécanique du point, équations du mouvement - notion d'espace des phases - pendule, oscillateurs couplés, - ondes - pour comprendre les exemples discutés, idéalement bases de <ul style="list-style-type: none"> * électronique (circuits RLC) * physique des solides (relation de dispersion de phonons, branches optiques/acoustique) * mécanique des fluides (équations de conservation - Bernoulli, Euler, Stokes -, viscosité, tension de surface) * thermodynamique (chaleur latente, transitions de phase) * mécanique quantique (concepts, principe d'un laser) <p>Outils numériques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - algorithmique de base - idéalement connaissance pratique de Mathematica - principes de l'intégration numérique d'équations différentielles ordinaires <p>Outils mathématiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - algèbre linéaire (projection/produit scalaire, vecteurs et valeurs propres, ...)

	<ul style="list-style-type: none"> - équations différentielles ordinaires (condition d'unicité de la solution; techniques de solution: séparation des variables, exponentielle fonction propre d'opérateurs linéaires (cf point suivant sur l'analyse spectrale)) - notions de représentation spectrale, transformée de Fourier - (équations aux) dérivées partielles - développement limité, linéarisation d'une application autour d'un point - nombres complexes - relation trigonométriques
Effectif maximum	Cours: capacité amphi; TD: groupes de 20, max 30; TP: capacité d'une salle équipée de PCs avec Mathematica (SCRIPT), travail en binôme.
Programme	<p>évolution de systèmes dynamiques (linéaire - modes propres, spectres - et non-linéaire - couplage entre modes), portraits de phase, stabilité linéaire des points fixes, orbites et attracteurs, variétés stables/instables, comportement asymptotique (Lyapunov, mélange, érgodicité), bifurcations (transcritique, sous-critique, noeud-col, Hopf; imparfaite; analogie avec les transitions de phase), transition vers le chaos déterministe dans les systèmes dissipatifs, instabilités dans les systèmes distribués spatialement (milieux excitable, fronts, morphogénèse, ondes non-linéaires/solitons)</p>
Ouvrages de référence	<p>C. Misbah, Dynamiques complexes et morphogénèse : introduction aux sciences non linéaires, Springer-Verlag France, 2011</p> <p>V. Croquette, Systèmes Nonlinéaires et Introduction au Chaos, notes de cours ESPCI, https://cours.espci.fr/site.php?id=263, Paris 2009</p> <p>S. Strogatz, Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry, and engineering, Perseus Books Publishing, 1994</p>
Modalité d'évaluation	Examen final écrit