






Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant-es aux étudiant-es.

5 crédits	22.5 h + 22.5 h	Q1
-----------	-----------------	----

Enseignants	Hagendorf Christian ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	LMAT1122 et LMAT1261 pour les étudiant.e.s du Bachelier en sciences physiques qui souhaitent suivre cette unité d'enseignement dans le cadre de l'Approfondissement en sciences physiques.
Thèmes abordés	Cette unité d'enseignement consiste en une introduction aux concepts et méthodes mathématiques de la théorie des systèmes dynamiques et ses applications en physique, chimie, biologie et les sciences de l'ingénieur.
Acquis d'apprentissage	<p>a. Contribution de l'activité au référentiel AA du programme</p> <p>1.1, 1.3, 1.4, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6</p> <p>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme</p> <p>1</p> <p>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> utiliser des outils mathématiques afin de caractériser les propriétés des systèmes dynamiques non linéaires discrets et continus ; caractériser la dynamique chaotique d'un système. <p>----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées. L'évaluation se fait sur base d'un examen écrit. Il portera sur l'application de la théorie des systèmes dynamiques à des problèmes concrets. On y teste la connaissance et la compréhension des notions vues au cours théorique, la capacité d'analyser un problème de systèmes dynamiques, la maîtrise des techniques de calcul et la présentation cohérente de cette analyse.
Méthodes d'enseignement	En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées. Les activités d'apprentissage sont constituées par des cours magistraux, des séances de travaux pratiques et un projet. Les cours magistraux visent à introduire les concepts fondamentaux, à les motiver en montrant des exemples et en établissant des résultats, à montrer leurs liens réciproques et leurs relations avec d'autres disciplines scientifiques. Les séances de travaux pratiques visent à appliquer les concepts vus au cours théorique à des problèmes concrets, choisir et utiliser des méthodes de calcul pour leur analyse et interpréter les résultats obtenus. Les cours et séances de travaux pratiques se donnent en présentiel.
Contenu	L'unité d'enseignement propose une introduction à la théorie mathématique des systèmes dynamiques non linéaires et ses applications à des problèmes de la physique, chimie, biologie et sciences de l'ingénieur. Les matières suivantes sont abordées dans le cadre de l'unité d'enseignement : <ol style="list-style-type: none"> Notions de base: définition d'un système dynamique, exemples de systèmes dynamiques continus et discrets, points d'équilibre hyperboliques et stabilité, bifurcations. Systèmes discrets chaotiques: chaos et propriété de sensibilité des conditions initiales, itinéraires, méthode de conjugaison, exposants de Lyapunov, application logistique. Linéarisation et la variété stable-instable: dynamique des systèmes linéaires, classification des points fixes bidimensionnels, linéarisation autour de points fixes hyperboliques, variétés stable-instable et leur calcul perturbatif. Le fer à cheval: intersections des variétés stables-instables et points homoclines, fer à cheval et chaos, ensembles de Cantor.

	<p>5. Le théorème de Poincaré-Bendixon: régions de trappe, cycles et ensembles limites, application de Poincaré et sections de Poincaré, théorème de Poincaré-Bendixon, applications (existence d'orbites périodiques, systèmes de Liénard).</p> <p>6. Notions de théorie ergodique: notion d'ergodicité, lien avec la mécanique statistique, théorème de retour de Poincaré, théorèmes ergodiques, exemples et applications.</p>
Ressources en ligne	Le site MoodleUCL de cette unité d'enseignement contient les énoncés des exercices des travaux pratiques, un plan détaillé de l'unité d'enseignement ainsi qu'une bibliographie complète.
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • K.T. Alligood, T.D. Sauer, J.A. Yorke, Chaos. An introduction to dynamical systems. Springer-Verlag (2008). • M.W. Hirsch, S. Smale, R.L. Devaney, Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos. Academic Press (2013). • S.H. Strogatz, Nonlinear dynamics and chaos. Westview Press (2015). • M. Tabor, Chaos and integrability in non-linear dynamics : an introduction. J. Wiley & Sons (1989).
Faculté ou entité en charge:	PHYS

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] en sciences mathématiques	MATH2M	5		
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		
Master [120] en statistique, orientation générale	STAT2M	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		
Approfondissement en sciences physiques	LPHYS100P	5		
Approfondissement en sciences mathématiques	LMATH100P	5		