



5.00 crédits

22.5 h + 7.5 h

Q2

Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	Laphysique des gaz et des plasmas. Le Soleil et les étoiles. L'espace interplanétaire et le vent solaire. La magnétosphère. Mouvement des particules dans un champ magnétique. Interactions Soleil-magnétosphère. L'ionosphère et la plasmasphère. L'atmosphère neutre. Les atmosphères planétaires.
Acquis d'apprentissage	<p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <p>a. Contribution de l'unité d'enseignement aux acquis d'apprentissage du programme (PHYS2M et PHYS2M1) AA1: A1.1, A1.2, A1.5 AA2: A2.3, A2.4, A2.5</p> <p>b. Acquis d'apprentissage spécifiques à l'unité d'enseignement Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> décrire les plasmas spatiaux et les interactions entre le vent solaire et le champ magnétique planétaire ; connaître les couches atmosphériques et les mécanismes physiques qui s'y appliquent ; utiliser les équations cinétiques et magnétohydrodynamiques de manière adéquate ; évaluer l'ordre de grandeur des variables utilisées dans les plasmas spatiaux ; réaliser un travail personnel sur un thème choisi concernant la physique spatiale ; développer un code informatique simple pour visualiser les résultats du travail ; analyser des données et les résultats de modèles et les commenter ; présenter les résultats oralement et par écrit.
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Examen écrit sur la matière du cours comptant pour 15/20, complété par des exercices et un travail personnel avec présentation comptant pour 5/20. Le travail personnel donne lieu à un court rapport individuel à remettre avant la dernière séance à une date qui sera précisée au cours, avec présentation orale individuelle du contenu du projet lors des dernières séances. Si le rapport individuel n'a pas été remis à temps, il peut encore être remis pour la session de septembre. La partie du travail personnel tiendra également compte de l'évaluation continue menée durant le quadrimestre, en particulier pour les exercices.
Méthodes d'enseignement	Exposés magistraux. Projet intégrateur. Travail personnel. Exercices.
Contenu	<p>Le Soleil : les étoiles (formation, diagramme de Hertzsprung-Russell, fusion, abondance des éléments) - description du Soleil interne (zone radiative, zone convective) - l'atmosphère solaire (photosphère, chromosphère et couronne) - les taches solaires et le cycle d'activité solaire - les éruptions solaires (CME, éruptions, protubérances...) - les trous coronaux.</p> <p>La physique des gaz et des plasmas : définitions et propriétés – théorie cinétique : approche microscopique - fonctions de distributions des vitesses - équations fondamentales : Liouville, Boltzmann, Vlasov, Fokker-Planck – longueur de Debye - théorie hydrodynamique : approche macroscopique – équations fondamentales : continuité, moment, énergie – système de fermeture : approximation d'Euler, Navier-Stokes - liens et différences.</p> <p>Application aux atmosphères planétaires et stellaires : équilibre hydrostatique – atmosphère neutre – atmosphère ionisée – modèles hydrodynamiques – modèle de Parker du vent solaire – libre parcours moyen – exosphère – vitesse de libération – satellites – flux d'échappement de Jeans – vent solaire – hydrogène et hélium s'échappant de la Terre.</p>

	<p>L'espace interplanétaire : découverte du vent solaire – champ magnétique solaire - observations : vent lent et vent rapide – applications des équations fondamentales des plasmas : modèles hydrodynamique et cinétique – l'héliosphère – les comètes.</p> <p>La magnétosphère : origine du champ géomagnétique – inversion des polarités – dipôle – International Geomagnetic Reference Field – magnétosphères planétaires – description des différentes régions de plasmas – courants – magnétopause – cornets polaires – feuillet de plasma – aurores – ceintures de Van Allen.</p> <p>Mouvement des particules dans un champ magnétique : décomposition en 3 mouvements superposés – mouvement de giration – oscillation – dérive azimutale – forces de dérive (gravité, forces électrique et magnétique, polarisation) – application aux ceintures de Van Allen et à la plasmasphère.</p> <p>Interactions Soleil-magnétosphère : les orages magnétiques – les sous-orages – météo spatiale – indices d'activité géomagnétique (Kp, Dst, Ae, PC, ...) – reconnexion.</p> <p>Ionosphère et plasmasphère : sources d'ionisation – couches ionosphériques – propagation des ondes radio – perturbations dues à l'activité solaire – influence sur les satellites et GPS – plasmasphère – formation de la plasmopause – champ électrique de co-rotation – champ électrique de convection – vent polaire.</p> <p>Atmosphère neutre: profil de température – troposphère – stratosphère – mésosphère – thermosphère – photodissociation – réactions chimiques– ozone.</p> <p>Atmosphères planétaires: Mercure – Vénus – Mars – Jupiter – Saturn – Uranus – exoplanètes.</p>
Ressources en ligne	Powerpoint disponibles sur Moodle
Bibliographie	<p>Pierrard V., Effects of the Sun on the space environment of the Earth, Presses Universitaires de Louvain, ISBN: 978-2-39061-442-5, 208 p., 2024. https://i6doc.com/en/book/?gcoi=28001100628290 (conseillé)</p> <p>Pierrard V., 2009, <i>L'environnement spatial de la Terre</i>, Presses Universitaires de Louvain, (ISBN 978-2-87463-195-5), 214 pages. https://i6doc.com/en/book/?gcoi=28001100010910</p>
Autres infos	Toutes les informations concernant le contenu du cours et l'évaluation seront spécifiées lors du premier cours.
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 géographiques, orientation climatologie	CLIM2M	5		
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		