



5.00 crédits	22.5 h + 7.5 h	Q2
--------------	----------------	----

Enseignants	Pierrard Viviane ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>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.</p>
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p><b>a. Contribution de l'unité d'enseignement aux acquis d'apprentissage du programme (PHYS2M et PHYS2M1)</b>                      AA1: A1.1, A1.2, A1.5                      AA2: A2.3, A2.4, A2.5</p> <p><b>b. Acquis d'apprentissage spécifiques à l'unité d'enseignement</b>                      Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant.e sera capable de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>décrire les plasmas spatiaux et les interactions entre le vent solaire et le champ magnétique planétaire ;</li> <li>connaître les couches atmosphériques et les mécanismes physiques qui s'y appliquent ;</li> <li>utiliser les équations cinétiques et magnétohydrodynamiques de manière adéquate ;</li> <li>évaluer l'ordre de grandeur des variables utilisées dans les plasmas spatiaux ;</li> <li>réaliser un travail personnel sur un thème choisi concernant la physique spatiale ;</li> <li>développer un code informatique simple pour visualiser les résultats du travail ;</li> <li>analyser des données et les résultats de modèles et les commenter ;</li> <li>présenter les résultats oralement et par écrit.</li> </ol>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>Examen écrit sur la matière du cours comptant pour 15/20, complété par un travail personnel et sa 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.</p>
Méthodes d'enseignement	<p>Exposés magistraux.                      Projet intégrateur.                      Travail personnel.</p>
Contenu	<p><b>Le Soleil</b> : 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, flares, protubérances...) - les trous coronaux.</p> <p><b>La physique des gaz et des plasmas</b> : 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, moments, énergie – système de fermeture : approximation d'Euler, Navier-Stokes - liens et différences.</p> <p><b>Application aux atmosphères planétaires et stellaires</b> : 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><b>L'espace interplanétaire</b> : 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><b>La magnétosphère</b> : 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><b>Mouvement des particules dans un champ magnétique</b> : 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><b>Interactions Soleil-magnétosphère</b> : les orages magnétiques – les sous-orages – météo spatiale – indices d'activité géomagnétique (Kp, Dst, Ae, PC, ...) – reconnexion.</p> <p><b>Ionosphère et plasmasphère</b> : 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><b>Atmosphère neutre</b>: profil de température – troposphère – stratosphère – mésosphère – thermosphère – photodissociation – réactions chimiques– ozone.</p> <p><b>Atmosphères planétaires</b>: Mercure – Vénus – Mars – Jupiter – Saturn – Uranus – exoplanètes.</p>
Ressources en ligne	Powerpoint disponibles sur Moodle
Bibliographie	Pierrard V., 2009, <i>L'environnement spatial de la Terre</i> , Presses Universitaires de Louvain, (ISBN 978-2-87463-195-5), 214 pages. (conseillé)
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

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] en sciences géographiques, orientation climatologie	CLIM2M	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		
Master [60] en sciences physiques	PHYS2M1	5		