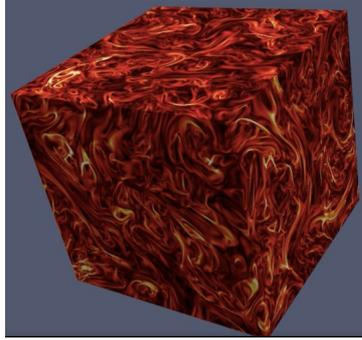
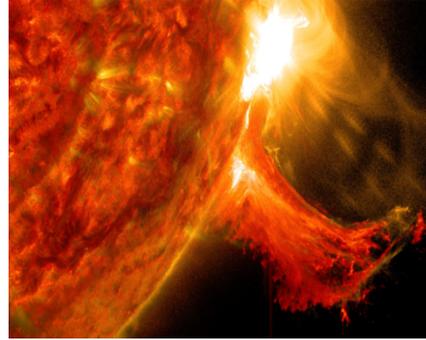


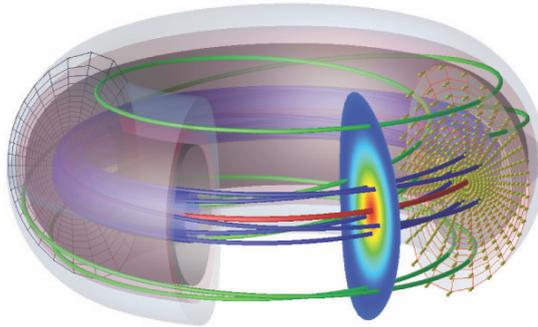
Titre : Magnétohydrodynamique
Sigle : TC2
Coordinateur de l'UE : Catherine KRAFFT, Laboratoire de Physique des Plasmas (LPP)
Equipe pédagogique : Sébastien GALTIER, Catherine KRAFFT
Prérequis : Masters M1 de Physique et Ecoles d'Ingénieurs.
Crédits : 3 ECTS
Langue : Français/Anglais
Mots-clefs : Théorie de la Magnétohydrodynamique (MHD) – Invariants de la MHD – Equilibres cylindriques, toriques, sans force – Instabilités MHD – Confinement magnétique – Ondes MHD – Turbulence MHD – Reconnexion magnétique - Spectre de Kolmogorov.
<p>L'objectif consiste à présenter l'approche fluide de la théorie de la Magnétohydrodynamique (MHD) généralisée dans laquelle l'aspect corpusculaire (électrons, ions) n'est plus essentiel pour décrire les processus physiques linéaires et non-linéaires dans les plasmas magnétisés. Quatre grandes parties sont abordées : (I) Les fondements théoriques de la MHD ; (II) Les invariants et les équilibres; (III) Les instabilités et le confinement magnétique ; (IV) La turbulence MHD. L'articulation entre ces parties sera facilitée par des exemples issus en particulier des plasmas astrophysiques et de la fusion thermonucléaire magnétique.</p> <p>Le cours présente les thématiques suivantes :</p> <p>Introduction générale – Moments de l'équation de Boltzmann – Modèle multi-fluide – Modèle bi-fluide – Modèle monofluide - Equations de la MHD – Loi d'Ohm généralisée – Résistivité – Conductivité - Limites de validité de la théorie - MHD idéale et résistive - Tension magnétique – Force de Lorentz – Tenseur de pression - Diffusion résistive – Convection.</p> <p>Lois de conservation de la densité de masse, d'énergie et d'impulsion - Théorèmes d'Alfvén du flux et du gel - Hélicité magnétique - Hélicité croisée - Topologie magnétique.</p> <p>Propagation des ondes - Equations et caractéristiques de dispersion des ondes d'Alfvén et des ondes magnéto-sonores – Diagrammes de rayonnement – Perturbations des champs, pression et densité de masse.</p> <p>Équilibres et confinement magnétique - Equilibres cylindriques (pincements θ et z) - Equilibre torique (équation de Grad-Shafranov) - Equilibre sans force.</p> <p>Instabilités : Théorie linéaire des perturbations et limites de validité - Rayleigh-Taylor et Kruskal-Schwarzschild - Pincements en z et θ - Instabilité magnéto-rotationnelle dans les disques d'accrétion - Instabilité résistive de déchirement.</p> <p>Reconnexion magnétique : Eruptions solaires - Taux de reconnexion - Modèle de Sweet-Parker - Reconnexion rapide avec effet Hall.</p> <p>Turbulence MHD : Vent solaire et tokamak - Concepts et outils statistiques - Turbulence hydrodynamique avec loi exacte et spectre de Kolmogorov - Turbulence MHD avec loi exacte et spectre anisotrope - Intermittence et fractale.</p>



Cube de simulation numérique de MHD en régime turbulent : courant électrique.



Sursaut solaire observé par le Solar Dynamics Observatory (NASA/SDO)



Equilibre toroïdal dans un Tokamak : solution de l'équation de Grad Shafranov