

Proposition de module optionnel commun M2 Modélisation des écoulements astrophysiques et géophysiques

Le but de ce module est de familiariser les étudiants avec les techniques de modélisation couramment utilisées dans les problèmes d'astrophysique ou de géophysique impliquant des écoulements de fluides ou de plasmas turbulents. Les fondements de telles techniques sont non seulement communs à ces deux disciplines, mais s'appliquent aussi aux écoulements complexes propres aux situations industrielles. Ce module vise donc une compréhension de base de telles approches, avec une mise en application dans le cadre de la turbulence dans l'atmosphère convective, du vent solaire, du champ magnétique terrestre, de la dispersion de polluants, ou encore des modèles de prédiction du changement climatique.

Physique de la turbulence (20h)

Hélène Politano (Lab. Cassiopée)

- **Description statistique des écoulements turbulents** : distributions de probabilité, moyennes, spectres, fonctions de structure
- **Echelles caractéristiques du mouvement turbulent** : nombre de Reynolds, loi des 4/5, phénoménologie Kolmogorov 1941, cascade d'énergie
- **Écoulements de paroi** : couches limites visqueuse/turbulente, friction, loi de paroi
- **Turbulence bi-dimensionnelle** : conservation de la vorticité, cascades directe et inverse
- **Convection de Rayleigh–Bénard turbulente** : approximation de Boussinesq, propriétés globales (nombres de Reynolds et de Nusselt)

Modèles de turbulence (20h)

Richard Pasquetti (Lab. Dieudonné)

- **Introduction** : simulation numérique directe (DNS), simulation des grandes échelles (LES) ou approches statistiques (RANS) ?
- **DNS** : méthodes pour les écoulements à haut Reynolds
- **LES** : notion de filtrage, équations de Navier-Stokes filtrées, modèles de sous-maille, modélisation dynamique, LES implicite
- **RANS** :  quations de Reynolds, équations pour les perturbations, modèle $K - \epsilon$, modèles à 6 équations
- **Applications** :  coulements industriels, sillages stratifiés

Magnéto-hydrodynamique et ondes dans les plasmas (20h)

Thierry Passot et Pierre-Louis Sulem (Lab. Cassiopée)

- **Physique fondamentale des plasmas** : quasi-neutralité, écrantage, échelles caractéristiques
- **Magnéto-hydrodynamique et ses extensions** : approximation fluide, MHD idéale/résistive/Hall, statistiques, structures, effet dynamo.
- **Ondes et structures dans les plasmas magnétisés** : ondes d'Alfvén/magn tosoniques, lois d'échelle, reconnexion

Transport et dispersion (20h)

Jérémie Bec (Lab. Cassiopée) et Dario Vincenzi (Lab. Dieudonné)

- **Diffusion moléculaire, outils statistiques** : flux, loi de Fick, équation de diffusion, mouvement brownien
- **Transport turbulent** : scalaire passif, nombre de Prandtl, loi d'Obukov–Corrsin, diffusivité turbulente
- **Modèles d'advection–diffusion** : sources instantanées/continues, fonction de Green, conditions de bords absorbantes/réflectives
- **Transport de polluants, plumes Gaussiennes** : types de polluants, échelles du transport atmosphérique, modélisation