

Proposition : un cours sur 2 jours. 12-15h.

### **Histoire des idées en astronomie et en physique à partir de quelques exemples.**

Chaque séance d'une demi-journée commence par un cours introductif qui présente le contexte historique de chaque thème. Elle se poursuit par des discussions avec les étudiants à partir de textes originaux et de leurs commentaires ultérieurs. Le but est de poursuivre la démarche critique et scientifique que les étudiants ont entreprise à travers leur étude bibliographique de thèse, mais en prenant comme support des thèmes qui ont joué un rôle important dans l'histoire de l'astronomie et de la physique. Le double objectif visé n'est donc pas uniquement culturel, en regard d'une discipline donnée, mais aussi méthodologique, pour comprendre les problématiques, leurs enjeux et comment les scientifiques ont pu en leur temps dépasser les obstacles qui se présentaient à eux. Ces cours sont basés sur de nombreux articles (European Journal of Physics, Revue d'Histoire des Sciences, etc.).

- Comment Kepler ramène l'étude du mouvement de Mars au référentiel héliocentrique en modélisant l'orbite terrestre à trois années martiennes d'intervalle par un excentrique avec équant. La puissance de ce modèle (« ellipse au premier ordre ») qu'il tente de développer pour toutes les planètes, mais qui résiste à Mars du fait de l'excentricité plus importante de son orbite. Loi des vitesses. Les trois lois de Kepler et leur détermination en reprenant le raisonnement géométrique et algorithmique de Newton.
- L'expérience du prisme d'Arago que Fresnel interprète mathématiquement avec sa « formule d'entraînement » et la conclusion qu'on ne peut pas mettre en évidence le mouvement de la Terre par des expériences de réfraction. La vérification expérimentale de cette formule par le dispositif interférentiel de Fizeau et les doutes de celui-ci sur l'interprétation théorique (entraînement partiel de l'éther). Un aperçu historique des autres travaux de Fresnel en optique (diffraction, coefficients de réflexion, réflexion totale, lentilles de Fresnel, etc.) dans un lien permanent entre théorie et réalisation pratique.
- La relativité restreinte à travers les exemples de Poincaré et d'Einstein. Pourquoi et comment Poincaré utilise des outils généraux d'analyse mathématique (invariance de l'action mécanique décrivant le système physique par un groupe de transformations) et parvient, sans changer de référentiel (en utilisant des transformations actives) à une équation covariante de la mécanique de l'électron. Pourquoi et comment Einstein place le problème de la mesure au centre de son approche en mettant l'accent sur les aspects cinématiques. Retour sur les transformations de Lorentz de 1895 (sans le facteur de contraction) puis de 1904 sur lesquelles reposent ces analyses.
- La naissance de la théorie des quanta à travers Planck et Einstein. Comment Planck parvient à modéliser le rayonnement par des oscillateurs hertziens matériels se comportant comme des filtres du second ordre, pour retrouver ce que sa théorie ne peut prévoir (le nombre de modes). Comment il obtient sa loi du rayonnement en la basant sur une approche entropique, empirique dans un premier temps, puis fondée ensuite sur une extrapolation de la théorie de

Boltzmann. Comment Einstein, en utilisant les mêmes équations que Planck, mais en changeant de variables (l'énergie du système pour son volume) en est conduit à affirmer par analogie avec un gaz parfait l'existence de quanta lumineux indépendants et d'où lui vient antérieurement cette conception (à partir des lettres à Mileva en 1901). Discussion des résultats d'Einstein et de Planck par la théorie des fluctuations que développe Einstein.