

Soutenance de thèse du Service d'Astrophysique



« Etude photométrique et dynamique des anneaux de Saturne avec les images de l'orbiteur spatial Cassini »

Estelle DÉAU

03 décembre 2007

16h30

Les anneaux planétaires représentent une fabuleuse opportunité d'étudier à portée de main une majorité de phénomènes ayant lieu dans les disques fins. Que ce soient les disques galactiques, les disques circumstellaires ou les disques d'accrétion, on retrouve à tous les *redshifts* et à toutes les échelles de l'Univers des disques. Depuis l'arrivée de l'orbiteur spatial Cassini autour de Saturne en juillet 2004, notre connaissance des disques planétaires s'est considérablement accrue et un long travail s'amorce pour comprendre tous les phénomènes qui y sont observés en temps réel. Ceci est dû aux observations effectuées par Cassini qui sont inédites et uniques en termes de résolution spatiale, sensibilité, variété des géométries d'illumination et suivi temporel. Parmi ces phénomènes, deux tout à fait exceptionnels ont été choisis pour l'élaboration de la thèse que je vais vous présenter.

Une première partie porte sur un anneau à l'activité dynamique particulièrement importante : l'anneau F. Cet anneau, depuis sa découverte en 1979 par la sonde interplanétaire Pioneer 11, a suscité les théories dynamiques les plus diverses pour expliquer sa structure multi-radiale complexe et sa structure azimutale variable. J'ai montré que la structure multi-radiale de cet anneau pouvait être comprise par l'existence d'une spirale qui s'enroule autour d'une région centrale, brillante, excentrique et inclinée : le cœur. La durée de vie de cette spirale n'est pas la même que le cœur, suggérant que les processus qui créent la spirale sont périodiques. Grâce à la meilleure caractérisation de la géométrie du cœur, j'ai pu montrer que des satellites éphémères croisent plusieurs fois par an l'orbite du cœur, ce qui pourrait expliquer la courte durée de vie de ces petits objets (~ 10 km) d'une part et leur rôle dans la création de la structure spiralée d'autre part.

La seconde partie est consacrée à la photométrie des anneaux de Saturne et à une surbrillance particulière observée lorsque le Soleil et l'observateur sont alignés : l'effet d'opposition. Cette surbrillance a été observée dans les anneaux principaux pour la première fois en 1878 par Müller, et est demeurée jusqu'à présent profondément mystérieuse. L'utilisation de modèles préexistants couplant l'optique géométrique et l'optique quantique (grâce à la théorie de la rétro-diffusion cohérente qui a valu à Philip Anderson le Prix Nobel de Physique en 1977) a permis de comprendre une partie de l'effet d'opposition dans les anneaux de Saturne. J'ai pu toutefois démontrer que cinq hypothèses généralement admises sur le masquage des ombres et la rétro-diffusion cohérente sont inexactes, ce qui souligne les insuffisances des modèles actuels de l'effet d'opposition.

Enfin, grâce à la qualité et la diversité des observations de Cassini, j'ai pu obtenir des informations sur la nature et l'état de surface des particules des anneaux. Pour la première fois, à l'aide d'inversion des courbes de phase avec des modèles photométriques analytiques, l'albédo, l'anisotropie, la rugosité macroscopique, la taille effective des grains et des particules ont pu être déterminés et corrélés avec la profondeur optique des anneaux. Ces valeurs montrent d'une part que les anneaux de Saturne possèdent une gamme de comportements photométriques plus large que celle de tous les objets planétaires réunis. D'autre part, la perspective d'expliquer ces comportements photométriques via la dynamique semble être une issue incontournable. Des simulations photométriques et dynamiques futures devraient permettre d'aller dans ce sens.

Un pot martiniquais viendra clôturer cette soutenance, vous y êtes cordialement invités.

Cette soutenance aura lieu au CEA Saclay –Orme des Merisiers – bâtiment 709 Salle 3