

Soutenance de thèse de Mélanie Vangvichith

Mélanie Vangvichith

Modélisation des atmosphères et des glaces sur Triton et Pluton. Préparation de la mission New Horizons.

Le 31-05-2013 à 14h30

Membres du jury:

Bruno Sicardy : Rapporteur Eliot Young : Rapporteur Emmanuel Lellouch : Examineur Pascal Rannou : Examineur François Forget : Directeur de thèse Michel Capderou : Co-directeur de thèse

Résumé :

Aux confins du système solaire, se trouvent deux objets fascinants, possédant une atmosphère de diazote en équilibre avec la surface, recouverte totalement ou partiellement de glaces : Triton (satellite de Neptune) et Pluton, la plus célèbre des planètes naines.

Les observations de Triton par la sonde Voyager 2 ont révélé un monde actif avec la présence de brumes, de nuages, de gigantesques geysers s'élevant à une dizaine de km et entraînés par la circulation en altitude, et des vents importants soufflant à la surface et dans l'atmosphère. Cependant, la composition de la surface et la distribution des glaces au sol restent mal connues. Pluton semble ressembler à Triton par bien des aspects. Toutefois, le peu d'observations obtenues suggère un monde encore plus intéressant et variable avec une quantité non négligeable de méthane dans l'atmosphère, source de chauffage (et donc de vents plus intenses) et probablement de brumes organiques, comme sur Titan. En 2015, cette planète sera survolée par la mission NASA New Horizons.

Pour comprendre ces systèmes atmosphériques complexes, la distribution des glaces à la surface et aider à l'interprétation des mesures spatiales, nous avons développé les premiers modèles de circulation générale 3D (MCG) de Triton et Pluton. Le modèle a été adapté d'un modèle martien. La représentation de sa partie dynamique est basée sur un modèle à points de grille, composé de 25 niveaux verticaux s'élevant depuis la surface jusqu'à 45 km pour Triton et 150 km pour Pluton. Les paramétrisations physiques prennent en compte (1) le mélange turbulent dans la couche limite, (2) l'ajustement convectif, (3) la conduction dans le sous-sol, (4) la conduction thermique dans l'atmosphère, (5) la condensation/sublimation du N_2 , (6) le transfert radiatif du CH_4 et du CO et (7) uniquement pour Pluton, le cycle du CH_4 (en quantité non négligeable sur la planète naine).

A partir de ces MCGs, des modèles de surface 2D en bilan d'énergie ont été construits afin de simuler les évolutions des calottes polaires et de la pression de surface sur des milliers d'années sur Triton et Pluton. Ils complètent ainsi les MCGs et permettent de fournir une meilleure compréhension de ces deux corps.

Avec ces modèles, nous avons essayé de reproduire l'ensemble des observations. Les différences et les points communs mis en évidence entre Triton et Pluton ont été étudiées

avec attention. Pour Triton, la surface du satellite étant peu connue, plusieurs simulations avec différentes conditions initiales de surface ont été testées. Un scénario avec les présences d'une forte inertie et d'une bande équatoriale dénuée de glace de N₂, semble alors être le meilleur puisqu'il réconcilie les observations de vents et profils thermiques.

De plus, il est en accord avec les résultats du modèle de surface 2D. L'étude de Pluton est un peu différente. La distribution des glaces est supposée connue grâce aux observations télescopiques. Avec cette carte des glaces, le modèle arrive à réconcilier un maximum d'observations, permet d'enquêter sur la circulation atmosphérique de la planète naine, d'étudier les vents et les ondes et d'analyser les distributions et quantités de gaz et de nuages de CH₄ dans l'atmosphère pour différentes années d'observation : 2007, 2010 et 2015 (prévision). La présence d'un dépôt de méthane solide au pôle Nord apparait comme nécessaire pour reproduire les données. En ajustant certains paramètres du modèle, le modèle 2D parvient à simuler des paramètres de surface corrects, qui reproduisent au mieux les observations, qui complètent les résultats du MCG et qui sont cohérents avec ceux de Triton.

Contact : mvalmd@lmd.jussieu.fr
