



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2017

TITRE du SUJET : Transfert radiatif pour la caractérisation de l'atmosphère et la surface de Titan. Exploitation des données Cassini et préparation des observations du JWST.

Directeur :

JACQUEMOUD Stéphane, PR, jacquemoud@ipgp.fr

Co-encadrant :

RODRIGUEZ Sébastien, MCF, sebastien.rodriguez@cea.fr

Equipe d'accueil :

IPGP- Equipe de Planétologie et Sciences Spatiales – UMR7154

Financement :

Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement

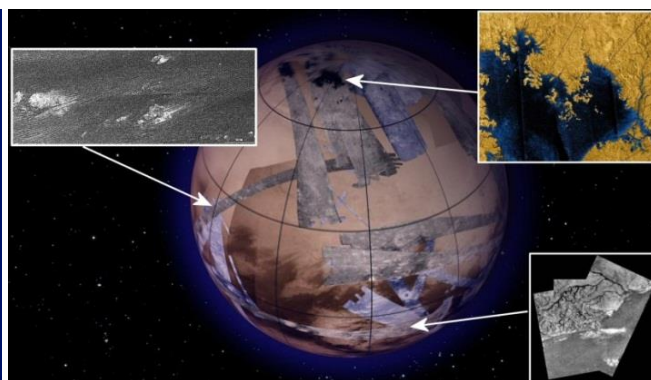
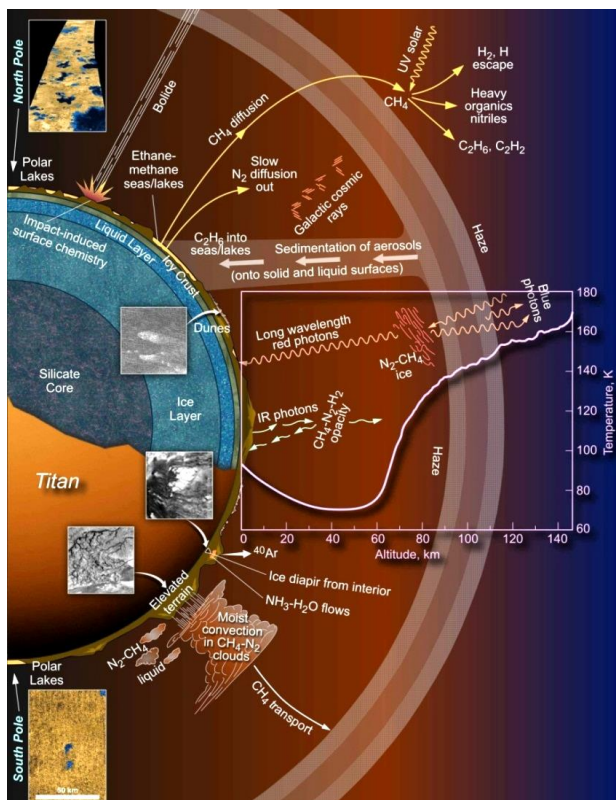
*Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres de thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale*

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

Titan, la plus grande lune de Saturne, est la seule lune du Système Solaire à posséder une épaisse atmosphère, principalement composée de diazote (95-98 %) et de méthane (2-5 %). Une chimie atmosphérique très active est à l'origine de la production d'une épaisse brume d'aérosols qui sédimente jusqu'à sa surface. L'épaisse atmosphère de Titan est opaque dans la plupart des longueurs d'onde du visible et de l'infrarouge proche et rend l'étude de sa surface particulièrement délicate.

Depuis juillet 2004, l'orbiteur Cassini survole Titan et acquiert régulièrement des données sur sa surface et son atmosphère, et ce jusqu'en septembre 2017. Le télescope spatial James Webb (JWST), qui sera lancé en octobre 2018 et débutera sa campagne d'observations au printemps 2019, consacrera une partie de son temps à l'observation du système solaire, Titan inclus, et viendra ainsi prendre le relais de la mission Cassini.

Les observations de Cassini ont permis de révéler la présence sur Titan de paysages extraordinairement variés et étonnamment familiers (montagnes, rivières, mers, lacs, dunes ...). La plupart de ces morphologies de surface proviendrait de processus de formation impliquant une climatologie complexe et exotique, reposant principalement sur le cycle du méthane, analogue au cycle hydrologique sur Terre (voir Figures). Malgré le succès remarquable de la mission Cassini, de nombreuses questions clés sur la nature de l'atmosphère et de la surface de Titan, ainsi que leur interaction, objectifs majeurs de la mission, reste encore aujourd'hui largement sans réponse (par exemple, la composition de la surface de Titan, totalement inconnues, l'origine des dunes, des montagnes, des rivières, des lacs et des mers, encore très grandement débattues, ou encore de nombreux aspects de sa climatologie, loin d'être pleinement compris, comme la distribution et saisonnalité de la brume d'aérosols et des nuages).



Gauche: Représentation schématique des liens étroits entre l'intérieur de Titan, la surface, l'atmosphère et l'environnement cosmique. Les images montrent des lacs aux pôles nord et sud, des rivières à toutes les latitudes et des dunes près de l'équateur (TSSM NASA/ESA joint summary report, janvier 2009). *Ci-dessus:* carte de Titan réalisée à partir d'observations infrarouges (carte de fond) et micro-ondes (bandes grisées) de Cassini. En encadré est illustrée la grande diversité des paysages rencontrés à la surface de Titan, révélateurs du climat : les immenses champs de dunes tropicales (haut, gauche), des réseaux hydrologiques près de l'équateur (bas, droite), des mers, lacs et rivières polaires (haut, droite). (NASA/JPL-Caltech).

Cette proposition de thèse tentera d'apporter des éléments de réponse à ces questions fondamentales, en mettant à profit les 13 années d'observation du système de Saturne et de Titan par Cassini. Ainsi, l'objectif central de ce travail sera l'adaptation du modèle de transfert radiatif développé dans notre équipe pour la réalisation de la toute première carte globale de réflectance de surface, corrigée des contributions atmosphériques (absorption et diffusion par les gaz et les aérosols). Cette carte sera réalisée à partir de l'ensemble des images hyperspectrales infrarouges de Titan acquises par Cassini dans la gamme spectrale 0.8-5 μm (instrument VIMS) entre 2004 et 2017. Cela représente plusieurs dizaines de millions de spectres à traiter et analyser. Cette carte de réflectance pourra être ensuite utilisée pour l'identification de matériaux candidats à la composition de surface. Combinée aux observations Cassini/RADAR à haute résolution spatiale des dunes, montagnes, rivières et mers, la connaissance des matériaux présents en surface nous aidera à mieux contraindre l'histoire géologique et climatique qui a conduit à la formation de ces paysages (par érosion mécanique et/ou chimique par le vent et/ou la pluie de méthane ?). En fin de thèse, les futures observations de l'instrument NIRSPEC du JWST, dans la même gamme spectrale que VIMS, mais à plus haute résolution spectrale, permettront de vérifier, et corriger si besoin, les entrées atmosphériques du modèle de transfert radiatif et d'aider à l'identification de la composition de la surface de Titan.

Il est à noter que notre équipe est associée aux équipes des instruments VIMS et RADAR de la sonde Cassini et a donc accès à l'intégralité des données et aux chaînes de traitement officielles. Notre équipe est également impliquée dans la demande de temps garanti pour l'observation de Titan par le JWST dès le printemps 2019. L'encadrant principal du sujet sera Sébastien Rodriguez.

Collaborations : Thomas Cornet, Stéphane Jacquemoud et Antoine Lucas (IPGP), Bruno Bézard et Athéna Coustenis (LESIA, Obs. Meudon), Pascal Rannou (GSMA, Univ. Reims), Christophe Sotin (JPL/Caltech, USA), Jason Barnes (Univ. Idaho, USA), Jason Soderblom (MIT, USA), Alexander Hayes (Cornell Univ., USA).