

Proposition de thèse de doctorat

Etude de l'origine et de la composition chimique des Lunes Galiléennes à partir d'une analyse des données de la mission Juno (NASA) et de modélisations préparatoires à la mission JUICE (ESA).

Directeurs de thèse : Olivier Mouis¹ & Michel Blanc^{1,2}

¹Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM), CNRS - Aix-Marseille Université – CNES ; ²Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP), CNRS- Université Toulouse III-Paul Sabatier – CNES.

Comprendre comment les satellites Galiléens se sont formés à partir d'accrétion de matière dans un disque primordial circumplanétaire au cours de la formation de Jupiter est un des grands défis scientifiques que devra relever l'exploration actuelle (par Juno) et future (par JUICE et Europa Clipper) du système de Jupiter. Pour relever ce défi, il est impératif de relier entre elles l'époque de la genèse du système à l'époque contemporaine. Pour réussir ce défi, il faudra :

- 1) Etudier les compositions chimiques actuelles de composantes critiques du système Jovien, telles que l'atmosphère de Jupiter à laquelle nous donne accès la mission Juno en cours, et les exosphères de ses lunes et leurs surfaces, auxquelles nous donneront accès les mesures de la mission JUICE de l'ESA, en phase de préparation finale pour un tir en Juin 2022 ; un accent particulier sera mis sur la lune Callisto, qui sera survolée 12 fois par JUICE, car elle est dans l'état actuel de nos connaissances celle qui aurait le mieux préservé la mémoire de ses conditions de formation.
- 2) Développer des outils de modélisation permettant de relier ces mesures sur le système contemporain à la composition chimique de Jupiter et de son disque circumplanétaire, compte tenu des processus évolutifs qui ont fait passer de ce disque aux lunes contemporaines.

C'est à ce travail important que ce sujet de thèse invite à participer. Le doctorant qui le choisira développera deux axes en parallèle, guidé par une équipe d'encadrement internationale dont l'expertise couvre l'ensemble des volets de ce travail, pour les relier selon la logique que nous venons d'énoncer :

- Premier axe : il ou elle contribuera à préparer l'interprétation des mesures de composition chimique de l'exosphère de Callisto par le spectromètre de masse PEP sur JUICE en termes de composition chimique élémentaire de sa surface. Pour cela il développera un modèle de l'exosphère neutre et ionique de Callisto qui décrira son alimentation par des ions et neutres arrachés à la surface de cette lune par son criblage par les particules énergétiques Joviennes, et des outils permettant d'extraire la composition du sol à partir de cette mesure en orbite. Ce modèle sera également utilisable pour un travail équivalent sur Ganymède.

- Second axe : il ou elle développera en parallèle un modèle de la composition chimique du disque circumplanétaire de Jupiter qui fasse le lien entre la formation de Jupiter lui-même et celle de ses satellites. Le modèle développé devra pouvoir être ajusté aux données disponibles pour discriminer entre les différents modèles de formation et de différenciation chimique de Jupiter d'une part, et d'autre part du disque : les données de la mission Juno, déjà disponibles, et celles à venir des exosphères et surfaces des lunes par JUICE.

Cette thèse sera menée en collaboration avec Jonathan Lunine (Université de Cornell) sur les aspects origines du système Jovien, et François Leblanc (LATMOS, UVSQ) sur la modélisation de l'interaction magnétosphère Jovienne et exosphère des satellites. Ce travail bénéficiera également d'interactions étroites avec les équipes de Peter Wurz (Université de Berne) et Paul

Hartogh (Max Planck Institut, Göttingen) pour l'apport d'observables aux instruments PEP et SWI faisant partie de la charge utile scientifique de la mission JUICE.