

## Avant-propos

Au cours des cinq dernières décennies, la planétologie – c'est-à-dire l'étude des objets du Système solaire – a connu une véritable révolution. La première cause de cet essor est l'avènement de l'exploration spatiale qui a rendu possible l'observation *in situ* des planètes, des satellites (à commencer par la Lune) et de quelques représentants de la classe des astéroïdes et des comètes. En parallèle, les campagnes d'observation depuis les télescopes au sol, avec des instruments de plus en plus performants en sensibilité, ont permis, dans les années 1990, deux découvertes majeures. La première est celle des objets transneptuniens qui peuplent la ceinture d'Edgeworth-Kuiper et au-delà. La seconde est la découverte de planètes extrasolaires – les exoplanètes – en orbite autour d'étoiles voisines ; nous en connaissons aujourd'hui plus de 5 000, et leur exploration a bouleversé notre vision du Système solaire qui nous apparaît aujourd'hui comme un système planétaire atypique et très particulier. À côté de ces développements observationnels, l'essor des modèles de simulation numérique, rendu possible par le développement des gros ordinateurs, nous a offert la possibilité de reconstruire l'histoire dynamique des objets du Système solaire, et ainsi de mieux appréhender les mécanismes de leur formation et de leur évolution.

Dans ce contexte, l'étude spectroscopique – c'est-à-dire l'analyse du rayonnement de ces objets en fonction de la longueur d'onde – joue un rôle prépondérant. Si l'imagerie et la photométrie des astres nous renseignent sur leur mouvement (et, dans le cas des planètes, sur les phénomènes météorologiques ou climatiques dont elles sont l'objet), la spectroscopie nous renseigne sur la nature de leur surface et sur la composition chimique de leur atmosphère. Dans le cas des astres relativement froids que sont les objets du Système solaire, la spectroscopie infrarouge occupe une place privilégiée. En effet, le domaine infrarouge, depuis l'infrarouge proche jusqu'au domaine millimétrique, est particulièrement adapté à l'étude des atmosphères planétaires pour deux raisons : 1) c'est le domaine spectral dans lequel les planètes émettent le maximum de leur rayonnement, et 2) c'est le domaine où les signatures spectrales des

composants atmosphériques sont les plus intenses (bandes de rotation et de vibration-rotation). Née au siècle dernier, cette méthode a connu un essor considérable depuis les années 1960 grâce au développement de spectromètres à haute résolution opérant depuis les télescopes au sol ou à bord de sondes spatiales. La spectroscopie infrarouge se situe à la base de notre connaissance de l'atmosphère des planètes du Système solaire : détermination de la structure thermique verticale, identification des constituants atmosphériques, détermination de leurs profils verticaux, étude de leur évolution en fonction des cycles saisonniers. Dans le cas des exoplanètes, c'est aussi la spectroscopie infrarouge qui nous permet de déterminer la composition atmosphérique de certaines d'entre elles, en particulier celles qui ont été détectées par transit devant leur étoile, ou les exoplanètes jeunes détectées par imagerie loin de leur étoile. Dans les années à venir, de nouveaux progrès spectaculaires sont attendus avec la récente mise en service du télescope spatial James Webb (JWST).

L'objectif de cet ouvrage est de présenter une étude synthétique de la spectroscopie infrarouge des atmosphères planétaires. Après un bref historique et une description des concepts de base de la spectroscopie infrarouge planétaire, les objets du Système solaire sont présentés en ordre séquentiel, depuis les planètes telluriques jusqu'aux exoplanètes. Un chapitre de conclusion évoque les perspectives actuelles et futures.

L'ouvrage s'adresse en priorité aux étudiants en planétologie, en astrophysique et en géophysique, mais il pourra aussi sans doute intéresser tous les scientifiques, chercheurs et ingénieurs, désireux d'approfondir leurs connaissances sur le sujet.

Je remercie tous les auteurs dont les travaux sont présentés dans les figures de ce livre.