

> un an plus tard, de *Pioneer 11*. Ces deux appareils ont notamment mis en évidence la présence d'une vaste et puissante magnétosphère, hébergeant une intense ceinture de radiations. D'autres sondes ont ensuite partiellement renforcé nos connaissances de l'atmosphère et de la magnétosphère joviennes, lors de leur périple vers d'autres objectifs (*Ulysses* en 1992, *Cassini-Huygens* en 2000, *New Horizons* en 2007). À celles-ci, il faut bien sûr ajouter *Voyager 1* et *Voyager 2* qui ont découvert, lors de leur survol de Jupiter en 1979, la présence d'anneaux et de plusieurs satellites, ainsi que l'activité volcanique exceptionnelle à la surface de la lune Io.

Par le passé, seule la sonde *Galileo*, durant sa mission d'exploration du système jovien entre 1995 et 2003, est restée en orbite autour de Jupiter. *Galileo* a notamment envoyé une petite sonde dans l'atmosphère de Jupiter, qui a analysé la composition élémentaire des couches supérieures, en descendant progressivement jusqu'à être écrasée par la pression.

Dès lors, les yeux de tous les passionnés et scientifiques sont aujourd'hui rivés sur la sonde *Juno*, arrivée en orbite jovienne en 2016. Placée sur une trajectoire elliptique, pour limiter son passage dans la ceinture de radiations qui perturberait, voire endommagerait ses circuits, *Juno* effectue, à chaque passage, des survols à seulement 5 000 kilomètres au-dessus des nuages. Équipée d'une caméra couleur et de huit instruments scientifiques, elle devrait ainsi collecter de nombreuses informations sur l'atmosphère, sa composition, ses interactions avec le champ magnétique, mais aussi sur la dynamique des bandes zonales qui nous intéressent ici et peut-être prouver l'existence d'un noyau solide...

UNE PLANÈTE GÉANTE ET LÉGÈRE

Avec un rayon 11 fois supérieur à celui de la Terre, Jupiter est la plus grosse planète du Système solaire. Mais elle est aussi étonnamment légère, puisque sa masse n'est « que » 318 fois celle de la Terre, soit 4 fois moins que si leurs compositions étaient équivalentes. De fait, Jupiter est une géante dite gazeuse, constituée très majoritairement d'hydrogène et d'hélium. Ces éléments sont sous forme gazeuse dans l'atmosphère, où l'on trouve aussi des traces d'ammoniac (NH_3), d'hydrosulfure d'ammonium (H_4NS) et d'eau. En quantités certes infimes (moins de 1 %), ces composés n'en sont pas moins essentiels, car ils sont à l'origine des différentes couches de nuages que nous observons (voir la figure page ci-contre).

Nos connaissances de la structure plus profonde sont ensuite partielles et spéculatives. En descendant vers le centre de la planète, les gaz se transforment progressivement sous l'effet de la pression, d'abord en un brouillard de plus en plus dense, puis en un manteau liquide. Et plus

profondément, sans doute vers 7 000 à 11 000 kilomètres sous la surface nuageuse, les atomes d'hydrogène s'ionisent, formant un fluide conducteur dont les mouvements engendrent le puissant champ magnétique de Jupiter. Ce n'est finalement que dans les pro-

La dynamique interne de Jupiter reste encore mal connue

fondeurs extrêmes, à plus de 60 000 kilomètres sous la couche de nuages, que l'on rencontrerait peut-être une surface solide, marquant la présence d'un noyau rocheux d'une taille comparable ou supérieure à la Terre tout entière.

Par opposition à notre planète aux frontières nettes entre l'atmosphère, les océans, le manteau solide silicaté et le noyau de fer liquide puis solide, la quasi-intégralité de Jupiter serait ainsi constitué d'un continuum, dépourvu notamment de séparation franche entre l'atmosphère et l'intérieur de la planète. L'existence de ce continuum implique que la modélisation de la dynamique de Jupiter est très différente de celle de la Terre.

Sur Terre, les mouvements atmosphériques sont régis principalement par le chauffage solaire et l'absorption en surface, qui déterminent la météorologie de la planète et les mouvements des grandes masses nuageuses. La chaleur interne de la Terre, due à l'énergie emmagasinée lors de la formation de la planète, à la radioactivité, à des changements de phase, etc., est responsable des mouvements de convection dans le manteau et de la tectonique des plaques, ainsi que des mouvements dans le noyau liquide conducteur à l'origine du champ géomagnétique.

Sur Jupiter, ces deux sources de chaleur se combinent pour mettre en mouvement tout ou partie de la masse gazeuse et liquide d'hydrogène et d'hélium. Les bandes de la planète constituent la trace visible de ces mouvements; mais leur profondeur effective, leur source principale d'énergie et la façon dont l'énergie injectée se structure pour donner naissance à ces gigantesques bandes organisées restent très débattues.

Pour les physiciens qui s'intéressent aux processus géophysiques et atmosphériques,