Premières observations de Saturne par Cassini

Ann C. Vandaele

On vous l'avait annoncé dans le Ciel et Terre n°3. Après sept ans de voyage sans encombres, la sonde Cassini-Huygens est arrivée en vue de Saturne. Maintenant que Cassini s'est enfin approchée de la géante, les premiers résultats déferlent, tantôt apportant une réponse aux interrogations des scientifiques, tantôt à l'origine de nouvelles énigmes…

Mystères magnétiques

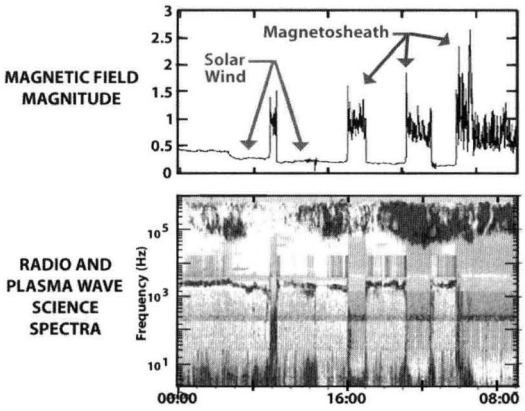
En chemin vers la géante, la sonde a traversé de nombreuses fois l'onde de choc du côté ensoleillé de la planète. Ce front marque l'endroit où le vent solaire s'échappant du Soleil à une vitesse supersonique, est brusquement ralenti, chauffé et redirigé pour éviter une collision avec la magnétosphère de Saturne. D'après l'équipe scientifique du Cassini Radio Plasma Wave, la première traversée a eu lieu à près de 3 millions de kilomètres de Saturne. C'est-à-dire, beaucoup plus loin que ce qui avait été observé par les sondes Voyager et Pioneer 11 et beaucoup plus loin que ne le prévoyaient les modèles. L'onde de choc s'est déplacée en avant et en arrière sept fois durant le voyage de Cassini. Ce mouvement de va-et-vient résulte de l'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère de Saturne.

(NASA, 01/07/04)

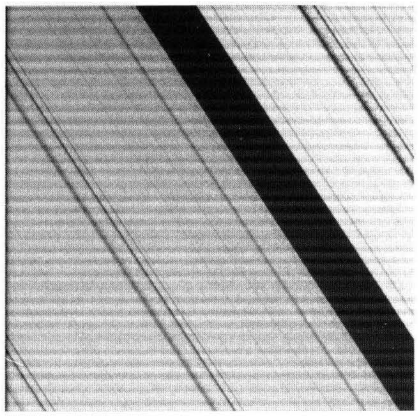
Mais que dure exactement un jour sur Saturne ?

Cette question semble être pour le moins simpliste, la période de rotation de la planète étant supposée connue de nos jours. Elle a en effet déjà été mesurée par les sondes Voyager 1 et Voyager 2, respectivement en 1980 et 1981. La nouvelle mesure réalisée par Cassini se base sur le rythme des signaux radio émis par la planète et indique une période de 10 jours, 45 minutes et 45 secondes (plus ou moins 36 secondes). Et c'est bien là le problème ! C'est environ 6 minutes (soit 1%) de plus que la valeur obtenue par les sondes Voyager. Les scientifiques ne remettent certainement pas en question la qualité des mesures précédentes et rejettent l'idée que la planète tournerait moins vite qu'avant. Ils recherchent une explication basée sur la façon dont la rotation de la planète influence les impulsions radio. Les radiosons dus à la rotation de Saturne sont les premiers sons étudiés par Cassini et ressemblent fort aux battements d'un cœur. On peut d'ailleurs les écouter en visitant le site internet de la NASA (**http://www.jpl.nasa.gov/videos/cassini/0604**). C'est comme si l'intérieur de la planète et son champ magnétique ne tournaient plus en même temps. Or le champ magnétique contrôle les particules chargées responsables de l'émission radio. Ce phénomène pourrait provenir du fait que l'axe de rotation de la planète est presque superposé à celui du champ magnétique. Ce dernier ressemblerait beaucoup plus au champ magnétique solaire que terrestre. Le champ magnétique du Soleil ne tourne pas de manière uniforme, sa période de rotation variant avec la latitude. Les mesures divergentes pourraient s'expliquer par un déplacement du champ magnétique de Saturne responsable de l'émission radio vers des latitudes plus élevées. Ce nouveau défi sera peut-être résolu grâce aux quatre années d'observations prévues autour de la géante qui permettront d'examiner les variations à long terme de la période radio.

(NASA, 28/06/04)



Lors de son voyage, Cassini a traversé sept fois le front de choc, qui provient de l'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère de Saturne. Des différences au niveau des particules chargées font courber le vent solaire autour de la magnétosphère, à l'image d'un flux d'air autour d'une aile d'avion supersonique. La turbulence qui en résulte est entendue comme un bang sonique et est représentée dans cette figure par un accroissement de la fréquence de l'onde détectée. Les scientifiques ont été surpris d'observer le front de choc à une distance beaucoup plus grande de Saturne, que ne le prévoyaient leurs calculs. (Crédits : NASA/JPL/Space Science Institute).

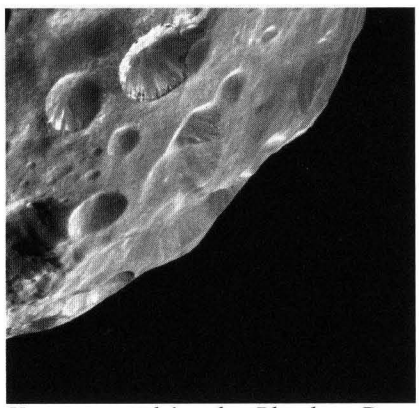


Vue de la caméra à faible champ de vue des anneaux de Saturne. On distingue les bords précis des différentes structures. Dans cette image, les points blancs sont dus aux rayons cosmiques percutant le détecteur et les lignes horizontales sont dues au bruit dans l'électronique. Ces deux défauts d'image seront ultérieurement éliminés. (Crédits : NASA/JPL/Space Science Institute).

Premières images des anneaux

Lors de sa mise en orbite autour de Saturne ce 1er juillet, Cassini a réalisé des images exceptionnelles de ses anneaux. Ces images montrent une étonnante structure. Des ondes de densité causées par les interactions gravitationnelles des satellites de la planète sur les particules sont clairement apparentes. On distingue également des limites d'anneaux extrêmement bien définies. Des bords aussi nets dénotent l'existence de processus physiques contraignant les particules, les empêchant de se disperser. De minuscules satellites imbriqués en seraient la cause.

(NASA, 01/07/04)



Vue rapprochée de Phoebe. Dans le large cratère aux parois bien définies, et donc relativement jeune, on peut voir au moins deux couches de matières différentes, juste sous son bord. (Crédits: NASA/JPL)

La surface de Titan

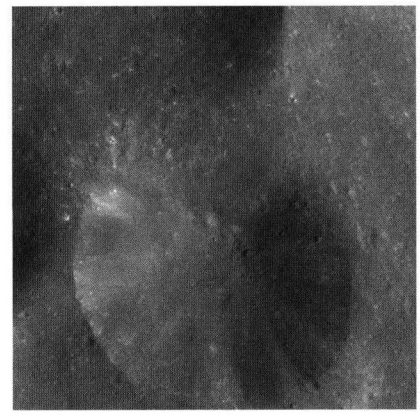
Passant près du satellite de Saturne à une distance de 339 000 kilomètres, pas vraiment un survol donc, Cassini a pu cependant en prendre quelques photos qui révèlent une surface d'une étonnante complexité. Malgré l'atmosphère opaque de Titan, les photos montrent l'existence d'une grande variété de structures rectilignes, courbes, voire rondes, qui font penser que Titan a été, ou serait encore, géologiquement actif. Par l'utilisation de plusieurs longueurs d'onde, les scientifiques sont capables de distinguer entre différents constituants et peuvent ainsi réaliser des cartes de la minéralogie de la surface du satellite. Ils ont pu mettre en évidence des régions riches en eau sous forme de glace et d'autres riches en hydrocarbures. Un nuage de méthane, visible près du pôle sud de Titan, suggère que l'atmosphère pourrait être dynamiquement active. Même si ces images sont déjà intéressantes en soi, l'équipe d'imagerie espère cependant obtenir encore de meilleurs résultats lors des prochains survols, notamment celui du 26 octobre lors duquel la sonde en sera séparée seulement d'une distance de 1200 km. Ensuite, au cours des quatre ans nominaux de la mission, 44 survols sont prévus. De quoi engranger de nombreuses photos et mesures.

(NASA, 04/07/04)

Cassini survole Phoebe

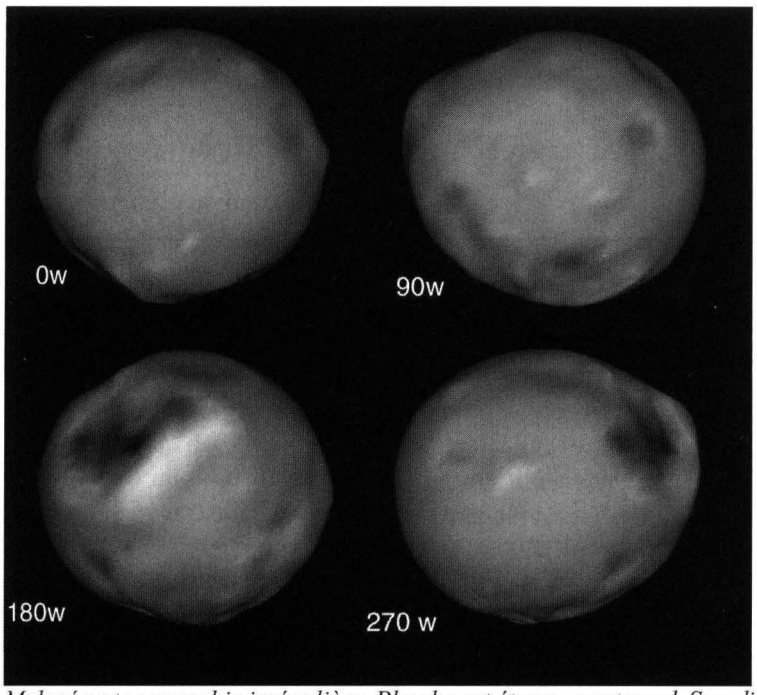
Ce 11 juin, Cassini a survolé le satellite le plus éloigné de la planète, Phoebe, et lui a consacré quelque 30 heures d'observation. A l'aide de cette nouvelle moisson d'images, d'enregistrements et de mesures, les scientifiques responsables de la mission vont pouvoir décrire cet objet et essayer de comprendre son origine et sa formation.

Phoebe, long d'environ 230 km, a toujours déconcerté les astronomes, et ce depuis sa découverte en 1898 : il tourne autour de Saturne à une distance d'à peu près 12 900 000 km, sur une orbite rétrograde, à contre-courant de la plupart des autres satellites de la géante. Lors de son passage, la sonde Voyager 2 en avait bien pris quelques clichés flous, mais rien de comparable avec ce que la sonde Cassini a fourni dès à présent. Il faut dire que Voyager 2 en était près de 1000 fois plus éloigné.



Vue agrandie d'un cratère large de 13 km sur Phoebe. Les blocs rocheux éparpillés à l'intérieur et aux alentours ont des tailles variant entre 50 et 300 m. Ils résultent sans doute de collisions s'étant produites ailleurs sur le satellite. (Crédits: NASA/JPL)

Les planétologues savaient déjà depuis plusieurs années que Phoebe devait contenir de l'eau sous forme de glace, mais les prises de vue réalisées par Cassini semblent indiquer que le satellite en est essentiellement constitué, la glace étant localisée juste en dessous de la couche de surface plus sombre. Des images très détaillées montrent des cratères présentant des successions des traces lumineuses et plus sombres le long de leurs parois. Les scientifiques supposent que la matière éjectée lors de l'impact – de la glace brillante - a recouvert la couche de surface plus sombre, ensuite l'exposition à



Malgré sa topographie irrégulière, Phoebe est étonnament rond. Son diamètre moyen est d'environ 214 km. Les quatre vues sont séparées par une rotation de 90° chacune: l'image en haut à gauche étant centrée à 0° longitude ouest. La coloration indique les structures de surface de Phoebe. (Crédits: NASA/JPL/ Space Science Institute)

l'espace a éliminé progressivement et partiellement la couche de glace supérieure. De plus des mesures spectroscopiques ont confirmé la présence de cette eau glacée. Ces mesures ont en outre mis en évidence la présence de minéraux hydratés à la surface de Phoebe, et ont permis de détecter du dioxyde de carbone et des hydrocarbures solides semblables à ceux que l'on peut trouver dans des météorites primitives. Parmi ces composés organiques, le 'tholin', une espèce de goudron obtenu suite à l'exposition prolongée aux rayonnements de l'espace.

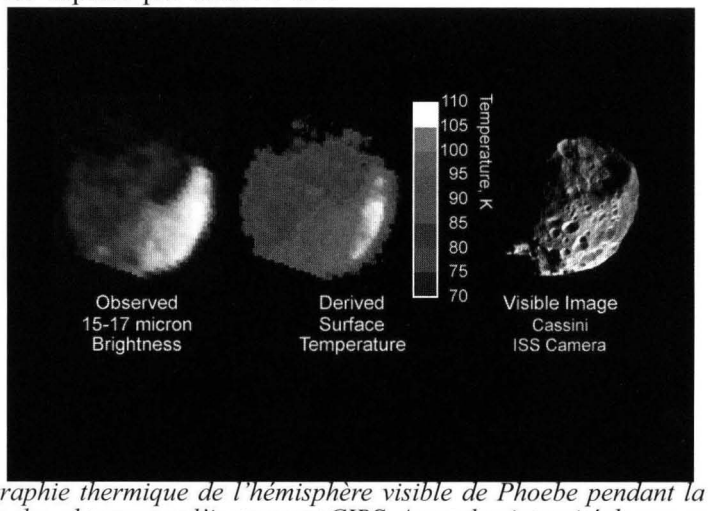
La masse de Phoebe a été déterminée en combinant la connaissance très précise de la position de la sonde et une estimation rigoureuse du volume du satellite réalisée à partir des images récoltées. Les mesures indiquent une densité proche de 1,6 g/cm^3, valeur beaucoup plus petite que celle correspondant à de la roche, mais plus grande que celle de la glace pure. Cette valeur suggère un mélange glace-roc comparable à ceux trouvés sur Pluton et Triton.

D'une façon assez surprenante, il y a également des similarités entre la composition de Phoebe et celle des comètes. Ce qui renforce les hypothèses faites sur l'origine de cet objet. Phoebe serait originaire des confins de notre système solaire et aurait fait partie de ces objets formant la ceinture de Kuiper. Il aurait été capturé par Saturne soit par interaction de marées soit par collision avec un autre satellite. Par ailleurs, il y a quatre ans, étaient découverts quatre petits satellites de Saturne ayant des orbites très similaires à celle de Phoebe, ce qui semblerait favoriser l'hypothèse de la collision. Que celle-ci se soit produite au moment de la capture de Phoebe ou plus tard reste encore une inconnue.

Des mesures réalisées à l'aide du spectromètre infrarouge CIRS ont servi à construire une carte des températures. Celle-ci montre que la surface de Phoebe est très froide (110 K). Des températures encore plus froides observées de nuit suggèrent une couche de surface poreuse ou floconneuse. D'autre part, la surface ainsi révélée est jalonnée de cratères, résultant sans doute d'impacts météoritiques.

Ces résultats, encore préliminaires, sont le fruit de la combinaison des mesures réalisées par les 11 instruments à bord de la sonde Cassini pendant un survol du satellite. Sans nul doute, leur analyse détaillée révélera encore bien des surprises.

(NASA, 23/06/04)



Cartographie thermique de l'hémisphère visible de Phoebe pendant la phase d'approche, obtenue par l'instrument CIRS. A gauche: intensité du rayonnement thermique émis par la surface du satellite à 16 microns de longueur d'onde. Au milieu: température de surface qu'on en déduit. Les zones exposées au Soleil atteignent une température de 106 K tandis que la température des régions plongées dans l'obscurité se situe entre 85 K et moins de 75 K. L'émission thermique de la partie "nuit" du satellite est clairement détectée alors que l'image prise par la caméra ISS dans le visible (à droite) ne montre aucun détail dans cette zone. Dans la zone du terminateur (la limite entre nuit et jour), la topographie influence fortement la distribution des températures: le fond des cratères est sensiblement plus froid. (Crédits: NASA/GSFC)