

► Emissions radio de Saturne : tout un programme !

Sources

Modulation of Saturn's radio clock by solar wind speed

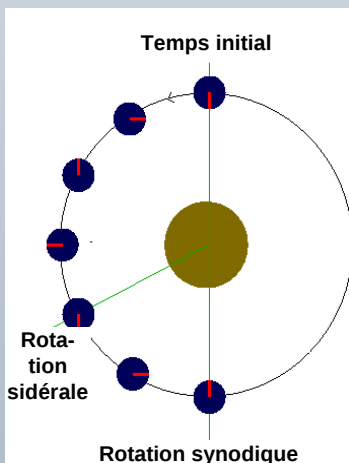
Philippe Zarka, Laurent Lamy, Baptiste Cecconi, Renée Prangé & Helmut O. Rucker.

Nature, Letters vol. 450, issue n° 7167, pp. 265-267, 8 november 2007

Notes

Période de rotation planétaire:

La période de **rotation sidérale** d'une planète désigne la durée mise par cette planète pour retrouver la même orientation par rapport aux étoiles. La période de **rotation synodique** désigne la durée mise par la planète pour retrouver la même orientation par rapport à son étoile. Par exemple, la période de rotation sidérale de la Terre est de 23 h 56 min 4 s et sa période de rotation synodique est de 24 h.



Crédit : Régis Lachaume

Les planètes étant en mouvement perpétuel tant sur elles-mêmes qu'autour de leur étoile les scientifiques ont besoin de repères géographiques durables pour les décrire. Les planètes telluriques comme la Terre ou Mars, les corps rocheux comme la Lune se prêtent volontiers au jeu, avec leurs creux et leurs bosses. Leur période de rotation sidérale peut être déterminée précisément par l'observation optique. Un système de longitudes fiable peut ainsi être défini.

Les géantes gazeuses comme Jupiter et Saturne, majoritairement composées de gaz (hydrogène et hélium) se dérobent à un tel système de repérage de surface. La période de rotation de leur cœur, enfoui sous leur épaisse atmosphère, peut, au mieux être estimée à partir du mouvement des nuages. Ces derniers bougent aussi au gré des vents d'altitude avec une vitesse qui varie selon la latitude. Des mesures d'effet Doppler avec des ondes radar fournissent des éléments pour corriger ces mesures optiques.

La troisième méthode utilise la variation périodique des ondes radio aurorales de la planète. Les émissions radio aurorales (Saturn's kilometric radiation – SKR) sont produites naturellement par des électrons en mouvement dans le champ magnétique planétaire qui, lui-même, tourne avec le cœur de la planète. Les ondes radio aurorales se comportent donc comme une horloge.

Pour Jupiter, la période de rotation sidérale obtenue de cette manière est extrêmement précise (9 h 55 min 29,68 s). L'écart entre chaque mesure ne dépasse pas 0,08 s, ce qui donne une précision relative de 0,0001 %.

La période de rotation sidérale de Saturne, mesurée par l'intensité de l'émission radio par les missions Voyager au début des années 80, a été retenue comme période de référence. Elle est de 10 h 39 min 24 s $\pm$ 7 s. Mais, les missions Ulysses (1992) et Cassini (2004) ont montré que cette valeur varie d'environ 6 minutes (soit 1 %) à l'échelle de quelques mois ou de quelques années. Rapportée à la durée du jour terrestre, cette variation équivaldrait à des écarts de 15 minutes. Une variation de la vitesse de rotation du cœur de Saturne d'une telle amplitude est physiquement impossible.

L'origine de ces énormes fluctuations demeure mystérieuse. La compréhension de ce phénomène affinera le modèle planétaire de Saturne. La vitesse des vents, la structure interne de la planète, son aplatissement seront mieux définis. Un système de longitude fiable pourra être construit.

► Une rotation sidérale... sidérante

Notes

Emissions radio aurales :

Les planètes du système solaire possédant un champ magnétique émettent un puissant rayonnement radioélectrique dont l'origine est attribuée, dans le cas de Saturne comme dans celui de la Terre, à l'interaction entre le vent solaire et leur magnétosphère. Cette interaction se comporte comme un puissant accélérateur de particules. Des électrons ainsi accélérés glissent le long des lignes du champ magnétique et émettent ces ondes radio. La fréquence maximale du rayonnement radio est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique planétaire. Pour la Terre, Saturne, Uranus et Neptune, la fréquence maximale est de l'ordre de 1-2 MHz, alors que pour Jupiter elle atteint 40 MHz.

Vent solaire :

Le vent solaire est un flux de plasma constitué d'ions positifs et d'électrons éjectés de la haute atmosphère du Soleil. Les ions sont de l'hydrogène (95%), de l'hélium (4 %) et des atomes plus lourds (1 %) dont de l'oxygène. Le vent solaire est globalement neutre.

Valeur sur l'azimut :

Deux valeurs caractérisent le champ magnétique, en un point quelconque de la surface d'une planète. Une composante axiale dans le plan méridien parallèle à l'axe de rotation de la planète et une composante sur l'azimut qui se définit notamment par l'angle, à ce point, entre la direction du Nord et la direction du champ dans le plan horizontal.

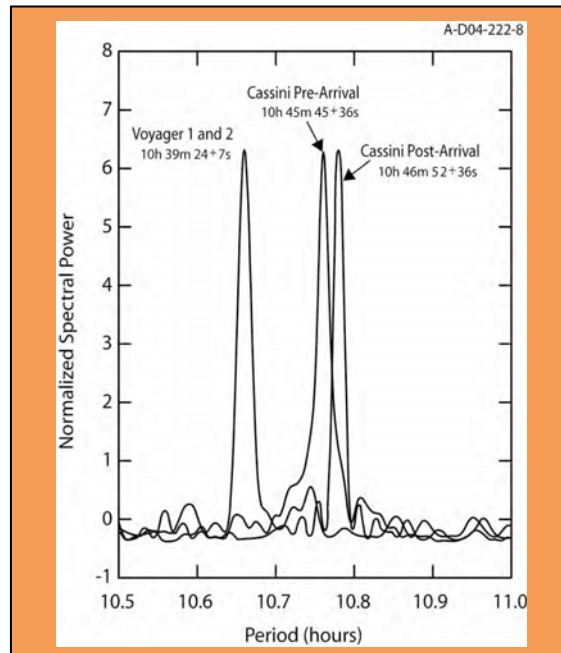


Fig 1 : Variation de la période de l'émission kilométrique radio de Saturne (from D. A. Gurnett et al. *an Earth-like correspondence between Saturn's auroral features and radio emission* Nature 2005)

A partir des données de Cassini, les auteurs ont développé une méthode de mesure de la période de rotation de l'émission radio de Saturne avec une précision supérieure à 1 %, à l'échelle d'environ 8 jours. Ils ont montré pour la première fois une oscillation de cette période de rotation sur des cycles de 20 à 30 jours. L'amplitude de cette oscillation est d'environ 12 minutes, deux fois celle des variations mesurées sur des cycles de quelques mois. Les auteurs ont, d'autre part, démontré la corrélation de ces oscillations à court terme avec les variations de la vitesse du [vent solaire](#).

Ces oscillations sont, en revanche, indépendantes de la pression et de la densité de ce dernier. L'origine de la variation de l'horloge saturnienne est donc, au moins en partie, extérieure au système de Saturne. La vitesse du vent solaire semble en être un paramètre clé.

Cette étude sur le court terme est à rapprocher des études faites par les auteurs en 2005 sur la variation de période à long terme des émissions aurales qui impliquaient aussi la vitesse du vent solaire.

Ces variations de période à long terme affectent la [valeur sur l'azimut](#) du champ magnétique de Saturne, éventuellement la densité électronique de sa magnétosphère interne et la position de sa magnétopause. Les fluctuations à court terme sont difficiles à corrélérer à tous ces paramètres car les mesures in

► Rapide comme le vent... solaire

Contact chercheur

Philippe Zarka

Laboratoire d'Etudes Spatiales
et d'Instrumentation en
Astrophysique

philippe.zarka@obspm.fr

+ sur le web

[LESIA](#)

[Observatoire de Nancay](#)

[Institut autrichien de
Recherche Spatiale](#)

+ sur le CNES

[CNES](#)

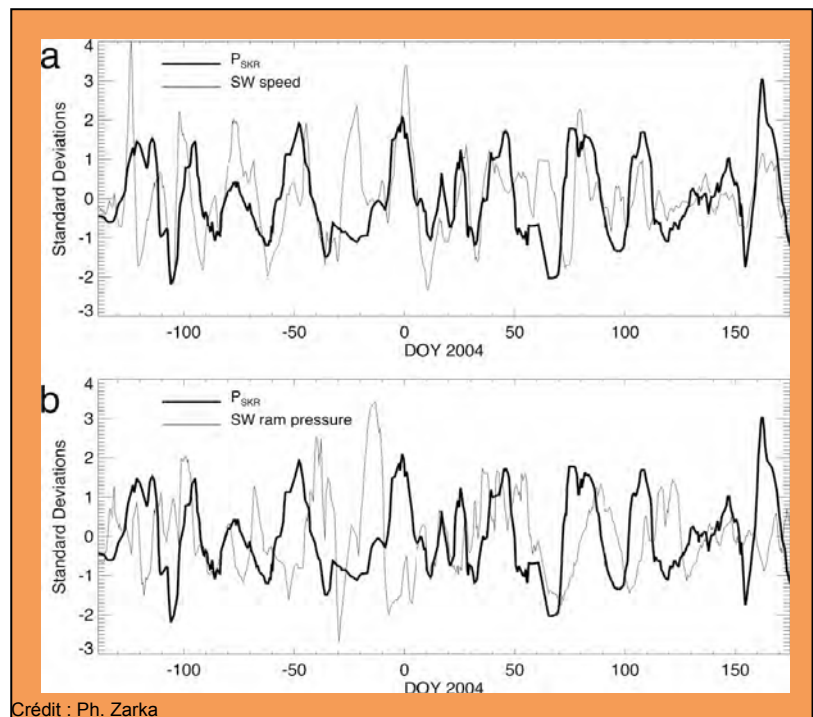
[Missions scientifiques du
CNES](#)

© CNES 2007

Reproduction possible à des fins
non commerciales, sous réserve
d'autorisation de notre part.

Conformément à la loi 78-17
"Informatique et Libertés" (art. 34
et art.36), vous disposez d'un droit
d'accès, de rectification et de
suppression des données vous
concernant, en ligne sur ce
bulletin.

situ faites par Cassini ne le sont que sur une petite fraction de chaque orbite. La dépendance de ces paramètres aux variations du vent solaire doivent être mieux analysées. Les variations de la période des émissions radio aurorales peuvent être provoquées par un déplacement de la source de ces émissions au sein de la magnétosphère. En accumulant les données d'astrométrie radio fournies par Cassini, il devrait être possible de découpler ce déplacement des mesures de la période des émissions radio aurorales. La véritable période de rotation de l'intérieur de Saturne, là où le champ magnétique prend sa source, sera plus précisément définie.



Crédit : Ph. Zarka

Fig 2 : Comparaison des variations à court terme de la période des émissions radio de Saturne (Saturn Kilometric Radiation) en trait gras sur les 2 panneaux, avec, en trait mince, dans le tableau (a) la vitesse du vent solaire (Solar Wind Speed) et dans le tableau (b) la pression du vent solaire (Solar Wind ram pressure). Les données représentées concernent l'année précédant la mise en orbite de Cassini autour de Saturne (Day Of the Year = 1,0 correspond au 1er janvier 2004). Les variations du vent solaire près de Saturne ont été calculées à partir de mesures effectuées dans le voisinage de la Terre.

E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave** ■ Diffusion du magazine : **INIST diffusion** ■

Abonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version française](#)
[Abonnement version anglaise](#)

Désabonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version française](#)
[Désabonnement version anglaise](#)