

Paris, le 5 octobre 2018

Recherche

Formation

Culture
scientifique

Communiqué de presse

Cassini Grand Finale : une plongée au cœur des aurores radio de Saturne



Un an après la fin de la mission Cassini, la moisson de données collectée lors du « Grand Finale » commence à livrer ses premiers résultats. Dans une étude parue dans un numéro spécial de la revue *Science* le 5 octobre 2018, une équipe internationale menée par un astronome de l'Observatoire de Paris - PSL au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique - LESIA (Observatoire de Paris / CNRS / PSL / Sorbonne Université / Université Paris Diderot) a identifié et caractérisé *in situ* les régions d'émission du rayonnement radio auroral de Saturne.

Les planètes dotées d'un champ magnétique comme la Terre ou les planètes géantes génèrent des émissions lumineuses au voisinage de leurs pôles magnétiques : ce sont les aurores polaires. Elles sont produites par l'afflux de particules énergétiques, essentiellement des électrons, accélérés dans la magnétosphère - l'environnement planétaire magnétisé - via des mécanismes complexes, puis guidés vers la planète le long des lignes de champ magnétique de haute latitude. Lorsqu'ils précipitent dans l'atmosphère, ces électrons génèrent des émissions par collision, qui sont observées dans le domaine optique (visible, ultraviolet ou infrarouge).

Au-dessus de l'atmosphère, et jusqu'à quelques rayons planétaires de distance, ces mêmes électrons amplifient également des ondes dans le domaine radio. Ce rayonnement radio est très intense. Son étude *in situ* est essentielle pour comprendre comment il est émis et quelles informations apporte son observation à distance sur la magnétosphère. L'exploration des magnétosphères du Système solaire doit, de plus, établir la référence qui permettra d'interpréter les émissions radio en provenance d'exoplanètes, de naines brunes ou d'étoiles, dont la recherche bat son plein¹.

Lors du « Grand Finale », ultime phase de la mission Cassini, la sonde spatiale a exécuté des passages répétés à basse altitude au-dessus des pôles magnétiques, où le rayonnement radio auroral de Saturne prend naissance. En analysant les données *in situ* acquises par l'instrument radio² et le magnétomètre de la sonde, les auteurs de l'étude ont identifié les « sources » d'aurores radio lointaines, à environ 3 rayons planétaires (180 000 km) au-dessus de l'atmosphère. Ils ont pu ainsi caractériser les propriétés des ondes radio, de leur lieu d'émission et les confronter avec succès aux prédictions théoriques.

Résultat : le rayonnement radio auroral de Saturne est produit par le même mécanisme d'émission que celui identifié à la Terre et tout récemment à Jupiter³

Contacts chercheurs

Observatoire de Paris - PSL

Laurent Lamy
Astronome
LESIA
+33 (0) 1 45 07 74 10
laurent.lamy@obspm.fr

Philippe Zarka
Directeur de recherche CNRS
LESIA
+33 (0) 1 45 07 76 63
philippe.zarka@obspm.fr

Contact presse

Observatoire de Paris - PSL

Frédérique Auffret
+33 (0) 1 40 51 20 29
+33 (0) 6 22 70 16 44
presse.communication@obspm.fr

¹ <https://www.obs-nancay.fr/Un-nouvel-instrument-a-Nancay.html>

² L'expérience Radio and Plasma Wave Science (RPWS) embarquée sur Cassini consiste en une série de récepteurs connectés à plusieurs senseurs dont trois antennes électriques de 10 m de long. Le récepteur haute fréquence, baptisé Kronos, a été construit en 1995 à l'Observatoire de Paris, au LESIA, avec le soutien du CNES. Il a fonctionné sans interruption pendant les vingt années de la mission Cassini, de 1997 à 2017. <http://lesia.obspm.fr/-RPWS-HFR-sur-Cassini-.html>

³ <https://www.obspm.fr/les-emissions-radio-de.html>

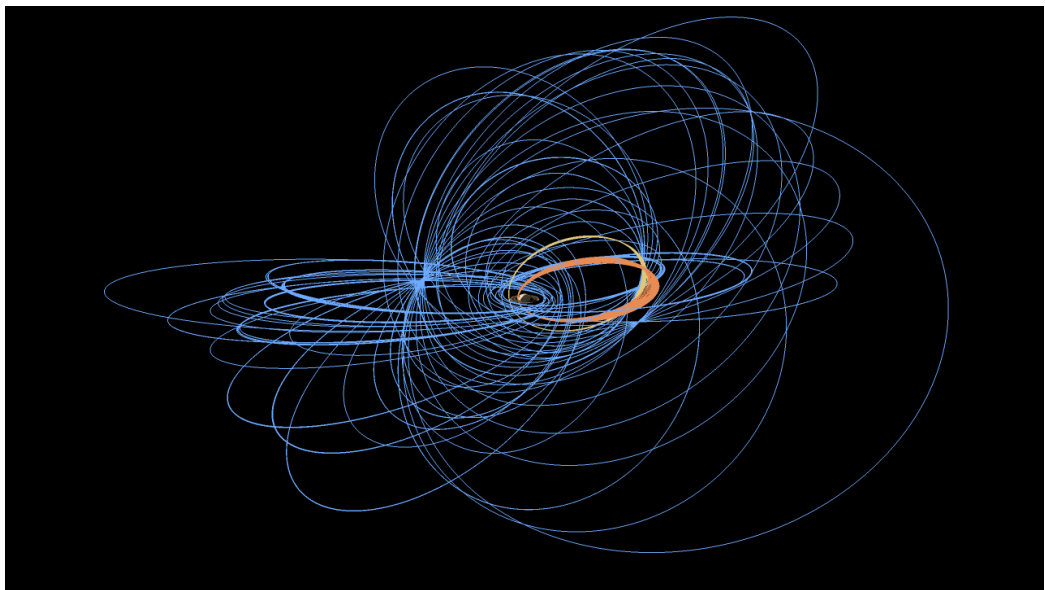
- une instabilité de plasma connue sous le nom d'Instabilité Maser Cyclotron - qui permet à des électrons, ici mesurés avec des énergies de quelques kilo-électronvolts, de céder une partie de leur énergie aux ondes radio lors de leur mouvement de giration autour des lignes de champ magnétique.

Cependant, ce mécanisme opère dans des conditions très différentes de celles rencontrées à la Terre. Les régions d'émission radio sont situées bien plus loin de Saturne et les électrons impliqués, mesurés localement, nécessitent d'avoir été préalablement accélérés vers la planète plus loin que la région d'émission, ce qui bouscule notre compréhension des processus d'accélération à l'œuvre dans la magnétosphère.

De plus, les sources radio ont été rencontrées sur des lignes de champ magnétique précisément connectées à des régions particulières des aurores ultraviolettes observées simultanément par le télescope spatial Hubble depuis l'orbite terrestre⁴. Les auteurs ont mis en évidence que cette association partielle entre sources radio lointaines et aurores ultraviolettes était imputable à une densité de plasma locale très variable, dont l'origine reste à identifier, parfois trop élevée pour que l'instabilité fonctionne.

Ces résultats confirment qu'un même mécanisme d'émission universel est capable de produire des ondes radio aurorales dans les environnements d'objets magnétisés très différents les uns des autres.

Image

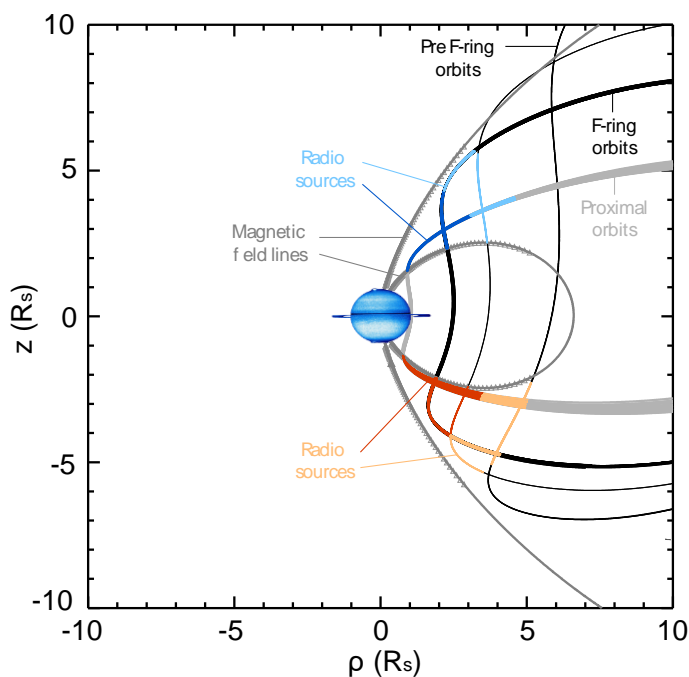


Légende : Représentation des orbites effectuées par la mission Cassini entre 2010 et 2017. Le « Grand finale » correspond à des orbites polaires courtes (en couleur). Dans cette étude, les auteurs ont étudié les 20 orbites dont le périkrone était situé juste au-delà de l'anneau F (en jaune, « F-ring ») ainsi que les 7 orbites d'approche (« pre F-ring») qui les ont précédés.

Crédit : NASA/JPL-Caltech/Erick Sturm

⁴ <https://www.obspm.fr/energetic-lightshow-at-saturn.html?lang=fr>

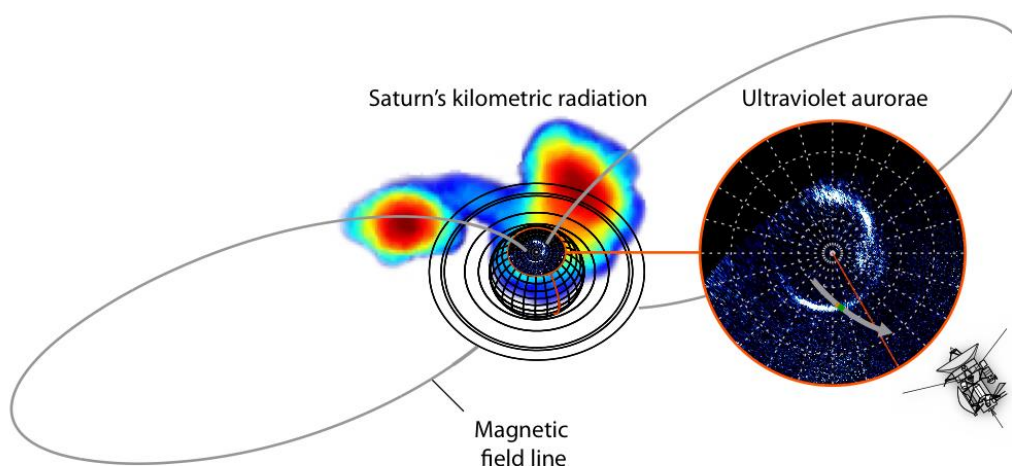
Figures



Légende :

Tracé projeté, dans un plan méridien, des orbites de haute latitude du « Grand Finale » de Cassini. Les sources attendues du rayonnement radio auroral de Saturne (symboles colorés) sont localisées sur des lignes de champ magnétique de haute latitude (en gris). L'étude a porté sur les sources radio lointaines rencontrées lors des orbites « F-ring » et « pre F-ring ».

Crédit : L. Lamy, Observatoire de Paris - PSL



Légende :

À gauche : Emissions radio aurorales de Saturne observées depuis la sonde Cassini au voisinage d'une traversée de source radio. La position des émissions radio a pu être retrouvée grâce à l'analyse gonio-polarimétrique de données acquises avec un instrument radio sophistiqué.

À droite : Aurores ultraviolettes observées simultanément par le télescope spatial Hubble. La flèche grise indique le pied magnétique de Cassini le long de sa trajectoire. L'intervalle correspondant à la source radio traversée (en orange) correspond à l'intérieur de l'ovale auroral.

Crédit : L. Lamy, Observatoire de Paris - PSL

Vidéo

Découvrir en animation sur la chaîne Youtube de l'Observatoire de Paris - PSL : Les observations radio du rayonnement kilométrique de Saturne :

<https://youtu.be/MkJtSBzCu74>

Référence

Ce travail de recherche a fait l'objet d'un article intitulé "*The low frequency source of Saturn's Kilometric Radiation,*" par L. Lamy, et.al. paraissant le 5 octobre 2018 dans la revue *Science*.

Ces travaux sont le fruit d'une collaboration internationale comprenant quatre chercheurs français : L. Lamy (astronome de l'Observatoire de Paris - PSL), P. Zarka (directeur de recherche CNRS), B. Cecconi (astronome de l'Observatoire de Paris - PSL), R. Prangé (directeur de recherche CNRS), ainsi que six chercheurs étrangers : W. S. Kurth, G. Hospodarsky, A. Persoon, M. Morooka, J.-E. Wahlund, G. J. Hunt.