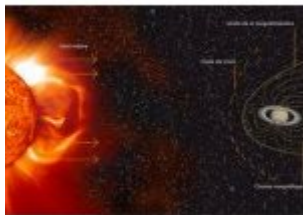




Extrait du Observatoire de Paris centre de recherche et enseignement en astronomie et astrophysique relevant du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.  
<https://www.obspm.fr/des-aurores-planetaires-visualisent-la-trace-d-un.html>

# **Des aurores planétaires visualisent la trace d'un choc interplanétaire du Soleil jusqu'à Saturne (9 UA)**



Date de mise en ligne : mercredi 1er décembre 2004

---

**Observatoire de Paris centre de recherche et enseignement en astronomie et  
astrophysique relevant du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la  
Recherche.**

---

Des astronomes du LESIA à l'Observatoire de Paris ont observé pour la première fois un orage magnétique dans la magnétosphère de Saturne en analysant les aurores UV de cette planète, vues par le télescope spatial Hubble. Grâce à une configuration géométrique favorable des planètes, ils ont montré, à l'aide d'un code numérique de propagation du vent solaire (écrit à l'Université du Michigan), qu'il s'agit de la réponse aurorale de Saturne à l'impact d'un choc interplanétaire sur la magnétosphère de Saturne. Sur son passage, ce choc, dû à une série d'éjections de plasma coronal solaire, avait auparavant excité des orages magnétiques sur la Terre et sur Jupiter. Ces résultats ont été publiés dans Nature le mois dernier.

On sait depuis l'avènement de l'ère spatiale que la relation entre l'activité solaire et l'étendue et l'intensité des aurores polaires sur Terre s'établit par l'intermédiaire du plasma et du champ magnétique du vent solaire. L'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère a lieu à la frontière entre les lignes de champ magnétique terrestre fermées et celles qui sont ouvertes sur le milieu interplanétaire. Cette interaction prend la forme de reconnections magnétiques entre les champs terrestre et solaire. Il en résulte une activité magnétosphérique - et donc une activité aurorale - permanente, d'assez faible niveau, située essentiellement du côté nuit. Lorsque l'arrivée d'un choc interplanétaire comprime brutalement la magnétosphère, l'équilibre du plasma magnétosphérique est affecté, et les précipitations de particules chargées énergétiques s'intensifient et s'étendent vers les basses latitudes : c'est un orage géomagnétique accompagné d'aurores très brillantes et très étendues. On connaît aussi depuis les missions Voyager l'existence d'aurores permanentes sur les planètes (magnétisées) Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, et on sait qu'elles sont fortement corrélées aux fluctuations de vitesse, densité et pression du vent solaire. Mais on n'avait jamais pu jusqu'ici observer directement l'équivalent d'un orage géomagnétique en réponse au passage d'un choc interplanétaire. On ignorait donc si un choc garde intactes ses propriétés d'interaction avec les magnétosphères lors de sa propagation à travers le système solaire, et si la nature de l'interaction est la même pour toutes les planètes magnétisées.

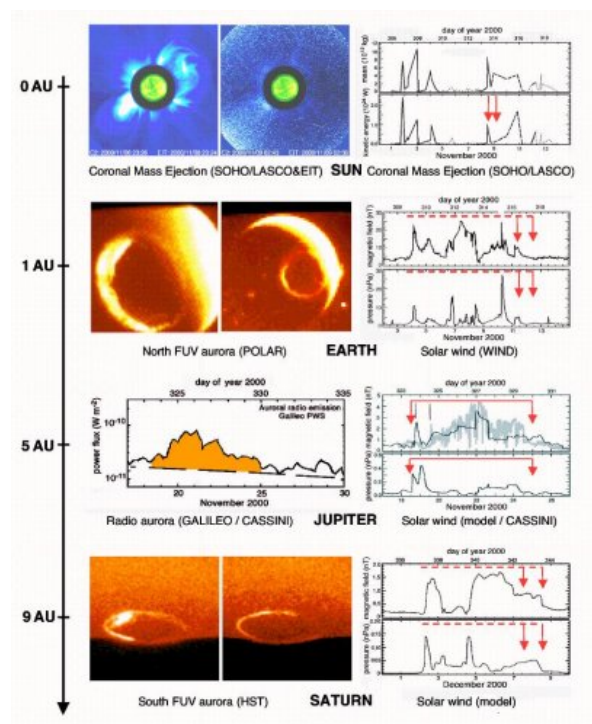
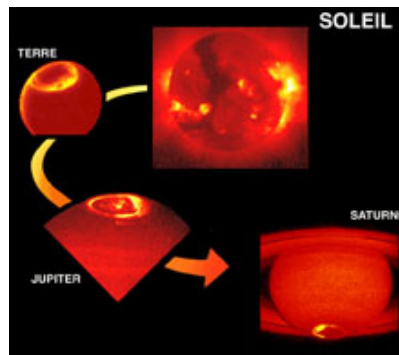


Figure 1

Depuis 1992 pour Jupiter, et 1996 pour Saturne, R. Prangé et L. Pallier observent les aurores planétaires avec le télescope spatial Hubble (HST). Les images prises en ultraviolet lointain à très haute résolution spatiale (1 pixel 75 km sur le disque de Jupiter et 150 km sur celui de Saturne) permettent une étude très précise de la morphologie des aurores et de sa variabilité. Les aurores de Saturne obtenues pendant plusieurs années se sont révélées assez simples, consistant en un anneau brillant autour de chaque pôle (comme sur la Terre) avec une asymétrie matin-soir en latitude et en intensité. Le 7 décembre 2000 par contre, cet anneau, plus intense qu'à l'habitude, se double d'une région active très brillante à plus haute latitude sur la calotte polaire. Le lendemain, tout est rentré dans l'ordre (figure 1). On soupçonne alors qu'il s'agit de la première observation d'un orage magnétique sur Saturne. Mais aucune sonde spatiale ne se trouve alors à proximité immédiate de Saturne pour y mesurer l'état du vent solaire et confirmer cette hypothèse.



**Découverte d'un orage auroral (ou magnétique) sur Saturne le 7 décembre 2000 à 11:30 TU (À gauche). Les aurores ont retrouvé leur aspect usuel le 8 décembre 2000 à 10:00TU (À droite). Images en fausses couleurs prises par le Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS) à bord de HST dans les bandes de Werner et de Lyman de H<sub>2</sub> (130 - 165 nm) excitées par collisions avec les particules énergétiques précipitées de la magnétosphère sur l'atmosphère. Le disque est vu par réflexion du continu solaire dans la bande spectrale. Un sphéroïde aplati et un système de coordonnées ont été ajustés au limbe visible de la planète.**

Cette étude est menée par un collègue américain qui développe un code magnétohydrodynamique (MHD) de propagation du vent solaire depuis la Terre jusqu'à plusieurs UA, l'équipe du LESIA tire parti de la conjonction planétaire exceptionnelle au moment de ces observations : le Soleil, la Terre, Jupiter et Saturne étaient alors presque alignés, et des mesures des paramètres du vent solaires ont été réalisées un peu en amont de Jupiter par la sonde Cassini (en route vers Saturne). Le "même vent solaire" rencontrait donc successivement les trois planètes, comme le montre le graphe ci-contre, et la validité du modèle MHD pouvait être testée en comparant ses extrapolations aux mesures faites par Cassini à 5 UA du Soleil. Les conclusions sont résumées par la figure 2 : une série de d'éjections de matière coronale (CME) observée par SOHO a généré une série de chocs dans le vent solaire, mesurés deux jours plus tard par WIND et ACE près de la Terre. A la distance de Jupiter, après 15 jours de propagation, ces chocs fusionnent en un choc plus étendu (comme simulé par le code MHD et mesuré par Cassini). Un mois plus tard, ce choc atteint Saturne au moment de la violente perturbation aurorale, dont la nature d'orage magnétique est ainsi démontrée. La colonne de gauche de la figure 2 montre aussi que des orages magnétiques ont été déclenchés sur chacune des trois planètes successivement lors de l'interaction de ce choc avec leur magnétosphère. Enfin, on note des ressemblances entre les réponses aurorales de la Terre et de Saturne (intensification des aurores côté nuit, activation de lignes de champ magnétique ouvertes), mais aussi des différences (pas d'expansion de l'ovale auroral de Saturne, et asymétrie

## **Des aurores planétaires visualisent la trace d'un choc interplanétaire du Soleil jusqu'à Saturne (9 UA)**

matin-soir) qui portent la signature des processus de couplage propre à chaque planète. On attend maintenant de la mission Cassini, en orbite autour de Saturne, une moisson de nouvelles données qui permettront de comprendre plus complètement les interactions vent solaire / magnétosphères planétaires à l'échelle du système solaire.

### **Référence**

- An interplanetary shock traced by planetary auroral storms from the Sun to Saturn Renée Prangé, Laurent Pallier, Kenneth C. Hansen, Russ Howard, Angelos Vourlidas, Régis Courtin & Chris Parkinson Nature 432, 78 (2004) 4 November

### **Contact**

- Renée Prangé (Observatoire de Paris, LESIA)