

Un nouveau concept pour la reconnexion magnétique



Date de mise en ligne : samedi 1er juillet 2006

**Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et
astrophysique**

La reconnexion magnétique est le mécanisme qui permet de brutalement convertir l'énergie stockée dans un champ magnétique en d'autres formes d'énergie. Ce mécanisme intervient dans quasiment tous les plasmas magnétisés, et donc dans la quasi-totalité de l'Univers. La reconnexion magnétique est notamment à l'origine de phénomènes parmi les plus violents de notre système solaire, tels que les éruptions solaires et les éjections de masses coronales (voir film taille : 15 Mo, crédits : NASA/SVS). Une équipe de chercheurs de l'Observatoire de Paris vient d'apporter une bien meilleure compréhension de la reconnexion magnétique, grâce à des simulations 3D. La reconnexion intervient aussi au niveau de la magnétosphère terrestre, ainsi qu'en laboratoire, au sein des tokamaks tels que le futur ITER. Dans ces derniers, la reconnexion magnétique doit être évitée car elle limite le confinement magnétique du plasma de fusion.

Le stockage et la libération de l'énergie magnétique présentent de fortes similitudes avec ce qui se produit dans un élastique que l'on torsade puis que l'on coupe. De la même façon, l'énergie magnétique est libérée lorsque l'on sectionne les lignes de champ, c'est-à-dire, lorsque l'on modifie leur connectivité. Ceci se produit lors de la reconnexion magnétique. Pour que les lignes de champ magnétique puissent être reconnectées, il est nécessaire qu'une couche étroite parcourue par des courants électriques intenses soit présente dans le milieu. Si ce mécanisme est bien compris en deux dimensions (2D), en revanche, des questions majeures se sont posées depuis plus de dix ans sur les conditions de formation de ces nappes de courants et la nature de la reconnexion en trois dimensions (3D). Une équipe de l'observatoire de Paris [1] a simulé numériquement en 3D la formation de ces nappes de courant et la reconnexion associée, à l'aide des machines parallèles multiprocesseurs du Service Informatique de l'Observatoire de Paris. Cette équipe a ainsi généralisé en 3D les conditions nécessaires au développement de ces couches de courant, en les liant à des géométries générales du champ magnétique ne possédant aucune singularité topologique, appelées « tubes de flux hyperboliques ». Cette association permet dorénavant de prédire le lieu de déclenchement de la reconnexion magnétique, et éventuellement de mieux maîtriser dans les expériences en laboratoire de fusion par confinement magnétique.

Références

- [1] Pariat E., Aulanier G. & Démoulin P., New concept for magnetic reconnection, SF2A, 2006. Aulanier, Pariat, Démoulin & DeVore, Slip-running reconnection in quasi-separatrix layers, 2006, Solar Physics, à paraître. Aulanier, Pariat & Démoulin, Current sheet formation in quasi-separatrix layers and hyperbolic flux tubes, 2005, Astronomy & Astrophysics, 444, 961-976.