



www.cnrs.fr

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 2 FEVRIER 2018

Attention ! Sous embargo jusqu'au 7 février 2018, à 19h (heure française)

Vers une meilleure prévision des éruptions solaires

Un seul et unique phénomène pourrait contrôler toutes les éruptions solaires. C'est ce que viennent de mettre en évidence des chercheurs du CNRS, de l'École polytechnique, du CEA et d'Inria¹ dans un article qui fera la Une de la revue *Nature* le 8 février 2018. Ils ont mis en évidence la présence d'une « cage » renforcée dans laquelle se développe une corde magnétique² à l'origine des éruptions solaires. C'est la résistance de cette cage aux assauts de la corde qui détermine la puissance et le type de l'éruption à venir. Ces travaux ont permis d'élaborer un modèle capable de prévoir l'énergie maximale qui peut être libérée lors d'une éruption solaire, aux conséquences potentiellement dévastatrices pour la Terre.

Comme sur Terre, des tempêtes et « ouragans » balayent l'atmosphère du Soleil. Sur ce dernier, ces phénomènes, causés par une reconfiguration brutale et soudaine du champ magnétique solaire, se caractérisent par une intense libération d'énergie sous la forme d'émissions de lumière et de particules et, parfois, par l'éjection d'une bulle de plasma. C'est l'étude de ces phénomènes, qui se produisent dans la couronne, la zone la plus externe du Soleil, qui permettra la mise au point de modèles de prévision, comme pour la météo terrestre, afin de limiter notre vulnérabilité technologique face aux éruptions solaires qui peuvent impacter plusieurs secteurs (distribution d'électricité, systèmes GPS et de communication, etc.).

En 2014, des chercheurs³ ont montré qu'une structure caractéristique, un enchevêtrement de lignes de force magnétiques torsadées comme une corde de chanvre, apparaissait progressivement dans les jours précédant une éruption solaire. Cependant, ils n'avaient observé cette « corde » que pour les éruptions qui expulsent des bulles de plasma. Dans cette nouvelle étude, les chercheurs ont étudié les autres types d'éruptions, dont les modèles sont encore débattus, en plongeant plus profondément dans l'analyse de la couronne solaire, une zone si ténue et si chaude que le champ magnétique solaire y est difficile à mesurer. Ils ont pour cela procédé de la même manière que pour une échographie, en mesurant d'abord le champ magnétique plus fort à la surface plus dense du Soleil, pour reconstruire ensuite, à partir de ces données, ce qui se déroule dans la couronne solaire⁴.

Ils ont appliqué cette méthode pour une éruption très importante qui s'est développée en quelques heures, le 24 octobre 2014. Ils ont montré que durant les heures qui ont précédé l'éruption, la corde qui se développait était enfermée dans une « cage » magnétique multicouche. A l'aide de modèles d'évolution calculés sur des super-ordinateurs, ils ont mis en évidence que l'énergie de la corde s'est montrée

¹ Du Centre de physique théorique (École polytechnique/CNRS), du laboratoire d'Astrophysique, instrumentation, modélisation (CNRS/CEA/Université Paris Diderot), du Laboratoire de physique théorique de la matière condensée (CNRS/Sorbonne Université) et de l'équipe Gamma3 d'Inria.

² Voir le communiqué « comprendre et prévoir les éruptions solaires » : <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu3783.htm>

³ Voir note 2.

⁴ Les données sont issues de l'observation de la surface du Soleil par la mission Solar Dynamic Observatory (SDO) de la NASA. Les modèles numériques des champs magnétiques ont été obtenus à l'aide des supers ordinateurs de l'IDRIS/CINES et de l'École polytechnique.



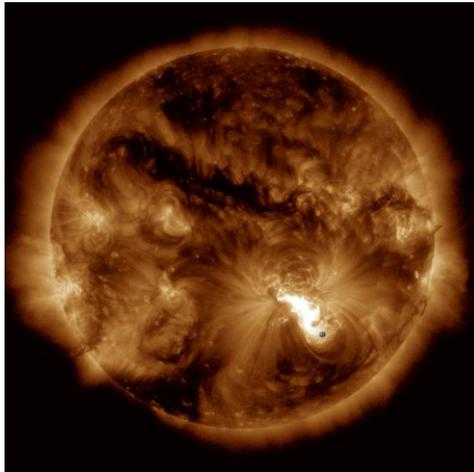
www.cnrs.fr



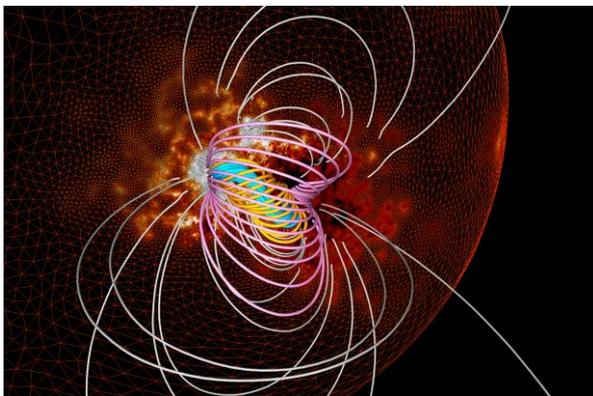
insuffisante pour briser toutes les couches de la cage, rendant impossible une éjection de bulle magnétique. La torsion élevée de la corde a néanmoins déclenché une instabilité et la destruction partielle de la cage, permettant tout de même l'émission de rayonnements puissants ayant entraîné des perturbations terrestres.

Grâce à leur méthode, permettant de suivre une éruption durant les dernières heures avant sa naissance, les chercheurs ont mis au point un modèle capable de prévoir l'énergie maximale qui peut être libérée par la zone du Soleil concernée. Ce modèle a ainsi montré que pour l'éruption de 2014, une énorme éjection de plasma se serait produite si la cage avait été moins résistante.

Ce travail, qui démontre le rôle crucial joué par le couple magnétique « cage-corde » dans le contrôle des éruptions est un nouveau pas pour la prévision précoce des éruptions solaires dont les impacts sociétaux sont potentiellement importants.



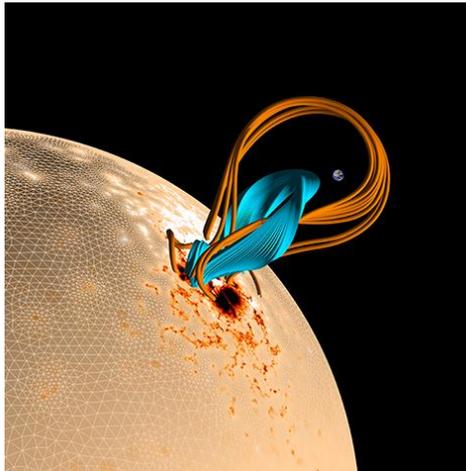
Éruption majeure du 24 octobre 2014 observée par l'instrument AIA de la mission Solar Dynamics Observatory de la NASA. La Terre ajoutée montre l'échelle. © Tahar Amari et al. / Centre de physique théorique (CNRS/École Polytechnique).



Cette étude révèle la présence d'une cage magnétique renforcée multicouche (en orange et rose) dans laquelle se développe la corde magnétique (en bleue) pendant les dernières heures avant l'éruption. © Tahar Amari et al. / Centre de physique théorique (CNRS/École Polytechnique).



www.cnrs.fr



Modélisation de la corde magnétique pendant l'éruption, quand elle brise la cage magnétique. © Tahar Amari et al. / Centre de physique théorique (CNRS/École Polytechnique).

Bibliographie

Magnetic cage and rope as the key for solar eruptions. Tahar Amari, Aurelien Canou, Jean-Jacques Aly, François Delyon et Frédéric Alauzet; *Nature* ; 8 février 2018. DOI: 10.1038/nature24671

Contacts

Chercheur CNRS | Tahar Amari | T 01 69 33 42 52 | tahar.amari@polytechnique.edu
Presse CNRS | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | alexiane.agullo@cnrs-dir.fr