

Communiqué de Presse | CNRS

Une nouvelle piste pour prédire les éruptions solaires ?

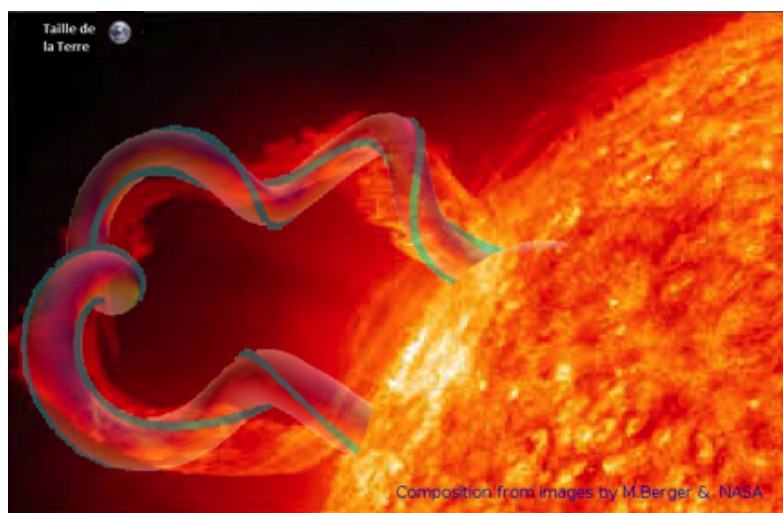


Date de mise en ligne : jeudi 18 mai 2017

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

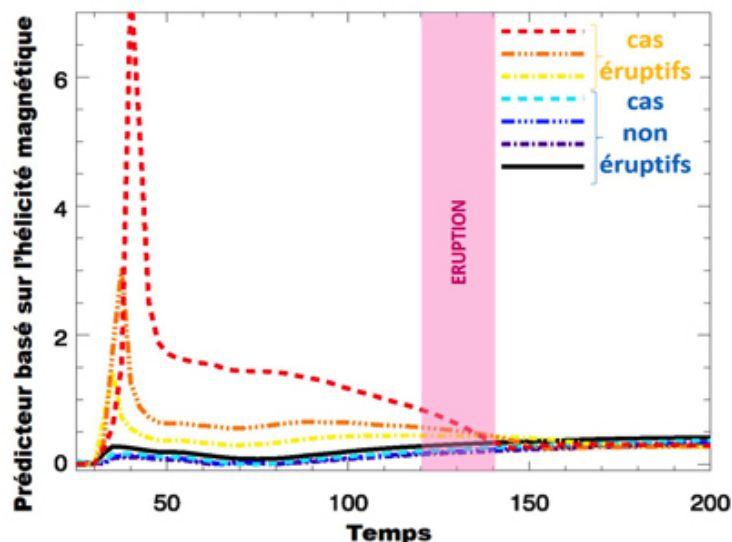
Discipline émergente, la météorologie de l'espace porte l'ambition de prédire efficacement les éruptions solaires pour mieux se prémunir de leurs perturbations. Une équipe internationale dirigée par Etienne Pariat, chercheur au Lesia (Observatoire de Paris / CNRS / Université Paris Diderot / UPMC), travaillant sur des modélisations numériques 3D [1], a mis en évidence un facteur capable de détecter à l'avance un événement éruptif. Ce facteur est associé à l'hélicité magnétique, qui représente le degré de torsion et d'entortillement du champ magnétique. Cette étude est publiée dans le journal Astronomy and Astrophysics du 17 mai 2017.

L'éruption solaire est un des phénomènes les plus violents de notre Système solaire. Elle coïncide avec une reconfiguration brutale et soudaine du champ magnétique, formidable réservoir d'énergie qui permet d'expulser dans l'espace interplanétaire des milliards de tonnes de matière solaire à plus de mille kilomètres par seconde !



Vue artistique d'une éruption solaire et du champ magnétique torsadé qui emporte la matière solaire éjectée. © G. Valori, M. Berger & NASA SDO

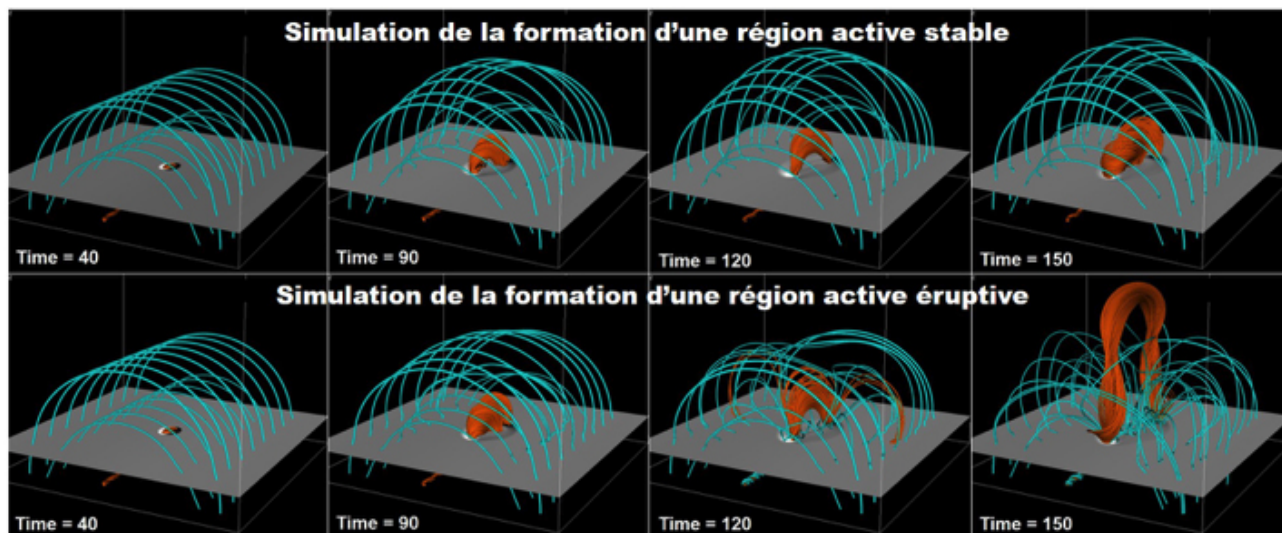
Aujourd'hui, malgré l'étude de nombreux paramètres, la probabilité de prédire une éruption majeure un jour à l'avance ne dépasse pas 40%. Pourtant, les plus puissantes éruptions peuvent induire sur Terre des perturbations majeures comme des interférences dans les télécommunications ou la mise hors service des réseaux électriques dans des régions entières du globe. Nos technologies, toujours plus dépendantes de composants électroniques et aux satellites (GPS, téléphonie...), sont donc de plus en plus sensibles à l'activité du Soleil. Ces éruptions peuvent même mettre en danger la vie des astronautes.



Evolution temporelle de la valeur d'une quantité basée sur l'hélicité magnétique, pour les différentes simulations numériques testées. Cette quantité prédictrice possède des valeurs élevées avant l'éruption pour les simulations éruptives (lignes rouge, orange et jaune) et faible pour les cas non-éruptifs (lignes noire, violette, bleue et cyan). © E.Pariat, figure adapted from Pariat & al, A&A 2017

La météorologie de l'espace vise entre autre à prévoir ces éruptions solaires, comme les services météorologiques prévoient un orage sur Terre. A la recherche d'un paramètre « prédicteur », les astrophysiciens ont basé leurs travaux sur des simulations numériques 3D, qui reproduisent par ordinateur l'apparition du champ magnétique dans l'atmosphère du Soleil ainsi que la formation des taches solaires, sièges des éruptions [2]. Les chercheurs ont testé différentes simulations paramétriques et analysé l'évolution de l'énergie et de l'hélicité magnétique, une grandeur qui mesure le niveau d'entortillement et de torsion du champ magnétique.

Pour cette étude, les chercheurs ont simulé deux scénarios par ordinateur, l'un avec éruption et l'autre sans éruption. Leurs premiers calculs ont confirmé que ni les énergies magnétiques ni l'hélicité du champ magnétique global ne remplissaient les critères d'un facteur prédictif. C'est par une démarche mathématique complexe basée sur la séparation du champ magnétique en plusieurs composantes que les chercheurs ont mis au point le calcul d'un indice susceptible de pouvoir prévoir les éruptions. Cet indice (qui compare deux hélicités de la zone potentiellement éruptive) reste faible dans les scénarios sans éruption, tandis que dans tous les autres cas, il s'élève sensiblement avant l'éruption (figures).



Evolution du champ magnétique dans deux simulations de formation de régions actives solaires. Première ligne : scénario sans éruption où la configuration reste stable. Deuxième ligne : scénario éruptif. © E.Pariat, figure adapted from Pariat & al, A&A 2017

Cette étude pilotée dans le cadre du programme HéliSol ouvre ainsi la voie vers des prédictions plus performantes des éruptions solaires. Ces résultats théoriques doivent maintenant être confirmés par l'analyse d'observations des régions actives solaires. C'est ce qui est entrepris actuellement dans le projet européen Flarecast qui vise à créer un système automatique de prédiction des éruptions.

Bibliographie

- Relative magnetic helicity as a diagnostic of solar eruptivity, E. Pariat, J. E. Leake, G. Valori, M. G. Linton, F. P. Zuccarello, K. Dalmasse, Astronomy and Astrophysics, 17 mai 2017. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201630043>.

[1] Simulations 3D développées au sein du US Naval Research Laboratory par James Leake (NASA Goddard Space Flight Center, USA) et Mark Linton (Naval Research Laboratory)

[2] Une tache solaire est une région de la surface du Soleil marquée par une température inférieure à son environnement et à une intense activité magnétique.