

# Actualités solaires

(NASA/TRACE)

## *Couronne solaire*

*Basé sur un communiqué NCAR-UCAR*

Les boucles que l'on voit dans les images de la couronne solaire ressemblent étonnamment aux lignes que trace la limaille de fer autour d'un barreau aimanté. Comme le Soleil possède un champ magnétique intense, l'existence de lignes de force qui pourraient influencer le plasma et créer des boucles semble être une explication évidente. Et en fait, une nouvelle étude confirme que de telles boucles existent probablement.

Cependant, les boucles coronales ne se comportent pas exactement comme elles le devraient, compte tenu de notre compréhension des aimants. Par exemple, les scientifiques s'attendraient à ce que les lignes de champ magnétique du Soleil s'écartent,

comme dans l'expérience de la limaille de fer, à mesure que l'on s'élève dans la couronne.

Si tel était le cas, le plasma piégé entre les lignes de champ s'étalerait également avec la distance, créant des boucles plus épaisses et moins brillantes. Mais les images du Soleil ne montrent pas ce phénomène. Au contraire, les boucles plus éloignées apparaissent toujours fines et brillantes.

Une nouvelle étude basée sur des simulations détaillées suggère que de nombreuses boucles coronales pourraient n'être en fait que des illusions d'optique.

Ces simulations réalisées il y a plusieurs années permettent de découper la couronne en sections distinctes afin d'isoler les boucles coronales individuelles. Les chercheurs ont ainsi pu localiser des boucles coronales et ils ont découvert que, dans de nombreux cas, les

boucles vues sur les images du Soleil peuvent être de simples plis dans des feuillets de plasma.

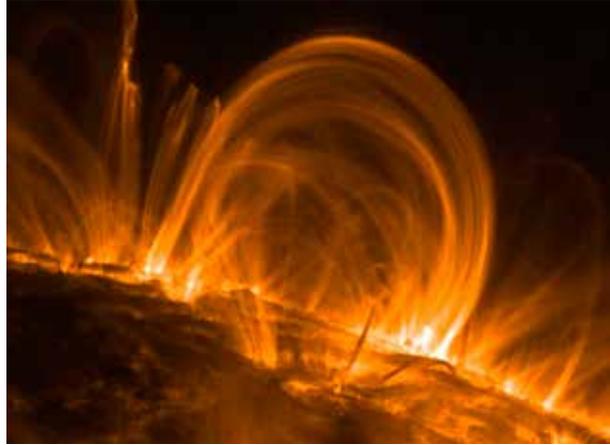
Ces résultats, que les chercheurs nomment l'hypothèse du « voile coronal », ont des implications importantes pour notre compréhension du Soleil, puisque les boucles coronales présumées sont utilisées depuis des décennies pour déduire des informations sur la densité, la température et d'autres caractéristiques physiques de l'atmosphère solaire.

La possibilité que ces boucles soient plutôt des rides dans un voile coronal permet de résoudre certaines difficultés rencontrées par le modèle des boucles, mais elle pose également de nouvelles questions. Par exemple, qu'est-ce qui détermine la forme et l'épaisseur des plis ? Et quelle est la proportion d'illusions parmi les boucles apparentes ?

La simulation extrêmement détaillée de la couronne solaire a été produite par MURaM, un modèle magnétohydrodynamique radiatif qui a été étendu pour modéliser la couronne solaire. Cette simulation était révolutionnaire car elle était capable de recréer simultanément ce qui se passait dans plusieurs régions du Soleil, de la partie supérieure de la zone convective – environ 10 000 kilomètres sous la photosphère – jusqu'à la surface solaire et au-delà, jusqu'à près de 40 000 kilomètres dans la couronne. Ces différentes régions du Soleil couvrent une vaste gamme de conditions physiques, notamment des différences de densité et de pression.

Entre autres résultats, la nouvelle simulation a permis de saisir pour la première fois le cycle de vie complet d'une éruption solaire, depuis l'accumulation d'énergie sous la surface jusqu'à l'émergence de l'éruption dans la photosphère et, enfin, la libération explosive d'énergie.

Le modèle a également produit un ensemble de données tridimensionnelles contenant la structure du champ magnétique et du plasma, qui peuvent être utilisées pour générer des observations synthétiques. Comme la cou-



*Certaines des arches vues par TRACE (Transition Region And Coronal Explorer) ne sont peut-être pas de vraies boucles. (NASA/TRACE)*

ronne solaire est optiquement mince – ce qui signifie qu'il est relativement facile de voir à travers elle – les structures de la couronne se superposent dans les images. Il est donc difficile de dire si une boucle se trouve devant ou derrière d'autres. Il est également difficile de dire si la boucle elle-même a une section transversale compacte, comme un tuyau d'arrosage, ou si elle ressemble à un long ruban vu de côté. Il est également possible que ce qui semble être un mince brin soit un artefact optique causé par un pli dans une feuille de plasma brillant.

Les données produites par MURaM offrent aux scientifiques la possibilité de disséquer l'atmosphère solaire et d'étudier séparément les structures qui se chevauchent, ce qui n'est pas possible avec les instruments d'observation actuels. Bien que la simulation de MURaM soit l'une des plus réalistes jamais créées de la couronne solaire, il ne s'agit encore que d'un modèle. Pour comprendre combien de boucles coronales sont en réalité des illusions d'optique, il faudra concevoir des méthodes d'observation minutieuses qui sondent la couronne, et de nouvelles techniques d'analyse des données.

## ***Une éruption solaire géante vue par Solar Orbiter***

*Basé sur un communiqué ESA*

La sonde Solar Orbiter de l'ESA/NASA a capturé la plus grande protubérance jamais observée sur une image montrant l'ensemble du disque solaire.

Les protubérances sont de grandes structures de lignes de champ magnétique enchevêtrées qui maintiennent des concentrations denses de plasma solaire en suspension au-dessus de la surface du Soleil, prenant parfois la forme de boucles arquées. Elles sont souvent associées à des éjections de masse coronale qui, si elles sont dirigées vers la Terre, peuvent causer des ravages dans les activités de la vie quotidienne.

L'événement du 15 février s'est étendu sur des millions de kilomètres. L'éjection de masse coronale n'était pas dirigée vers la Terre. En fait, elle s'éloignait de nous. Il n'y a aucune trace de l'éruption sur le disque solaire faisant face à la sonde (actuellement entre la Terre et le Soleil) ce qui signifie qu'elle doit provenir du côté du Soleil qui nous est opposé.

L'image a été prise par la caméra FSI (Full Sun Imager) conçue pour observer l'ensemble du disque solaire même lors des passages rapprochés au-dessus du Soleil.

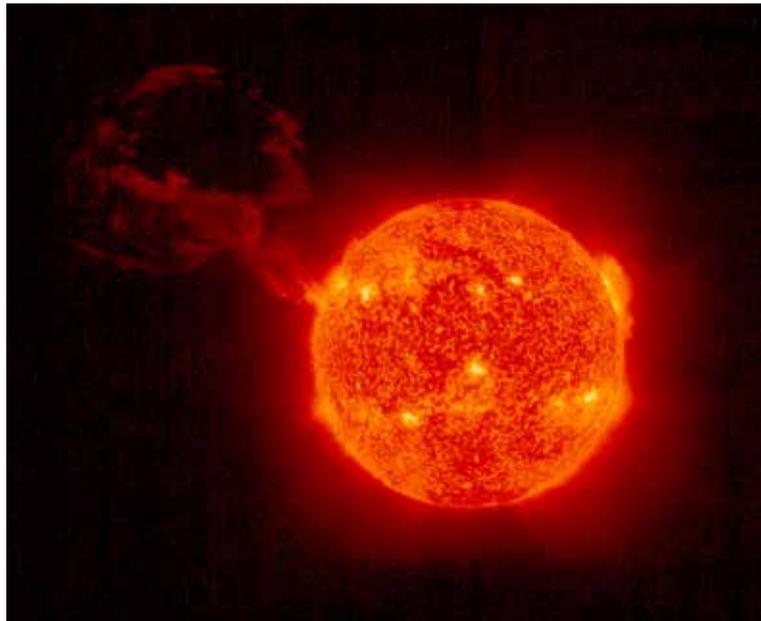
D'autres télescopes spatiaux, comme la sonde SOHO de l'ESA/NASA, observent fréquemment

l'activité solaire de la même manière, mais soit plus près du Soleil, soit plus loin, grâce à un masque qui bloque l'éblouissement du disque solaire.

D'autres missions spatiales ont également observé l'événement, notamment la sonde Parker Solar Probe de la NASA.

Même les engins spatiaux qui ne se consacrent pas à la science solaire ont ressenti le souffle de l'événement. La mission BepiColombo de l'ESA/JAXA, actuellement à proximité de l'orbite de Mercure, a détecté une augmentation massive des concentrations d'électrons, de protons et d'ions lourds grâce à son moniteur de rayonnement.

Bien que cet événement n'ait pas envoyé une salve de particules mortelles vers la Terre, il constitue un rappel important de la nature imprévisible du Soleil et de l'importance de comprendre et de surveiller son comportement. La future mission de météorologie spatiale Vigil de l'ESA, qui fournira des vues uniques d'événements comme ceux-ci, permettra de mieux protéger notre planète contre les violentes colères du Soleil.



***Solar Orbiter a capturé cette éruption solaire géante.***  
*(ESA/Solar Orbiter)*

## ***Tempête solaire au mésolithique***

*Basé sur un communiqué Lund University*

L'analyse de carottes de glace provenant du Groenland et de l'Antarctique indique qu'une tempête solaire extrême est survenue il y a environ 9200 ans. Ce qui intrigue les chercheurs, c'est que la tempête a eu lieu pendant l'une des phases les plus calmes du Soleil, pendant laquelle on pense généralement que notre planète est moins exposée à de tels événements.

Le Soleil est un élément indispensable à toute vie sur Terre. Mais notre compagnon qui donne la vie peut aussi causer des problèmes. Lorsqu'il y a une forte activité à la surface du Soleil, davantage d'énergie est libérée, ce qui peut donner lieu à des tempêtes géomagnétiques. Celles-ci peuvent à leur tour provoquer des pannes de courant et des perturbations des communications.

Il est difficile de prédire les tempêtes solaires. On pense qu'elles surviennent plutôt pendant un maximum du cycle des taches solaires. Toutefois, la nouvelle étude montre que ce n'est pas toujours le cas pour les très grandes tempêtes.

Les chercheurs ont recherché dans les carottes de forage

des pics des isotopes radioactifs béryllium-10 et chlore-36. Ceux-ci sont produits par des particules cosmiques de haute énergie qui atteignent la Terre et peuvent être conservés dans la glace et les sédiments. Après un travail d'analyse long et coûteux les chercheurs ont été agréablement surpris de trouver un tel pic, indiquant une tempête solaire géante jusqu'alors inconnue, en relation avec une faible activité solaire.

Si une tempête solaire similaire devait se produire aujourd'hui, elle pourrait avoir des conséquences dévastatrices. Outre les pannes de courant et les dommages causés par les radiations aux satellites, elle pourrait représenter un danger pour le trafic aérien et les astronautes, ainsi qu'un effondrement de divers systèmes de communication.

Les chercheurs estiment que ces violentes tempêtes ne sont pas suffisamment prises en compte dans les évaluations des risques. Il est de la plus haute importance d'analyser ce que ces événements pourraient signifier pour la technologie d'aujourd'hui et de s'en protéger.

***L'analyse des carottes de glace a conduit les chercheurs à découvrir les traces d'une tempête solaire massive qui a frappé la Terre pendant l'une des phases passives du Soleil, il y a environ 9200 ans.  
(Raimund Muscheler)***



## ***Tempête géomagnétique et satellites Starlink***

*Basé partiellement sur un communiqué SpaceX*

Le jeudi 3 février à 13 h 13 HNE, Falcon 9 a lancé une nouvelle escadrille de 49 satellites Starlink en orbite terrestre basse depuis le complexe de lancement 39A (LC-39A) du Centre spatial Kennedy en Floride. Ce lancement, appelé mission Starlink 4-7, était le troisième vol Starlink de 2022. Les 49 satellites à bord devaient rejoindre plus de 1 800 autres satellites Starlink actuellement en orbite.

SpaceX lance depuis 2019 des séries de satellites Starlink, parfois jusqu'à 60 à la fois, pour établir une mégakonstellation en orbite qui pourrait un jour compter jusqu'à 42 000 satellites. Le but est de fournir un accès Internet à haut débit partout sur Terre, notamment dans les zones mal desservies.

Ce projet est l'objet de critiques de la part des astronomes en raison des nombreuses traînées que laissent ces satellites dans les images du ciel. SpaceX s'est efforcé de limiter la visibilité de ses satellites Starlink afin d'en réduire l'impact pour l'astronomie.

Le deuxième étage du lanceur Falcon 9 a déployé les satellites sur l'orbite prévue, avec un périégée d'environ 210 kilomètres au-dessus de la Terre. SpaceX déploie ses satellites sur ces orbites basses afin que, dans le cas très rare où un satellite ne passerait pas les contrôles initiaux du système, il soit rapidement désorbité par la traînée atmosphérique.

***Lancement de 49 satellites Starlink le 3 février depuis le Cap Canaveral. (SpaceX)***



Dès le lendemain, les satellites ont été fortement affectés par une tempête géomagnétique. Ces tempêtes provoquent un réchauffement de l'atmosphère et une augmentation de la densité atmosphérique à l'altitude de déploiement. La sévérité de la tempête a provoqué une augmentation de la traînée atmosphérique jusqu'à 50 % supérieure à celle des lancements précédents. L'équipe Starlink a mis les satellites en mode de sécurité en les orientant pour présenter le moins de prise et minimiser la traînée. Malgré ces précautions, les satellites n'ont pu quitter le mode de sécurité et élever leur orbite. Ils étaient donc condamnés à rentrer rapidement dans l'atmosphère.

Les satellites désorbités ne présentent aucun risque de collision avec d'autres satellites et sont conçus pour se désintégrer lors de leur rentrée dans l'atmosphère, ce qui signifie qu'aucun débris orbital n'est créé et qu'aucune partie du satellite ne touche le sol.



***Image des galaxies NGC 5353/4  
obtenue au Lowell Observatory  
(Arizona) le 25 mai 2019 et ruinée  
par des satellites Starlink.  
(Victoria Girgis, Lowell Observatory).***

***Lot de satellites Starlink  
prêts à être déployés.  
(SpaceX)***

