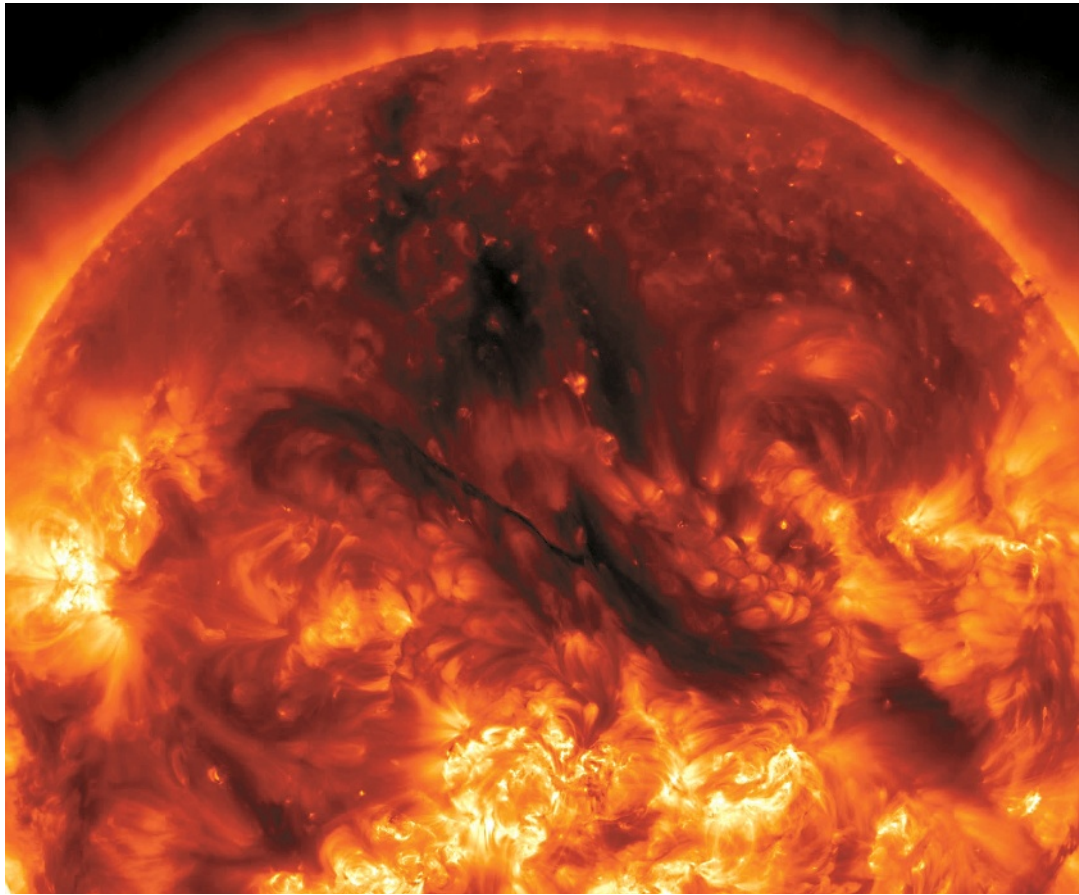
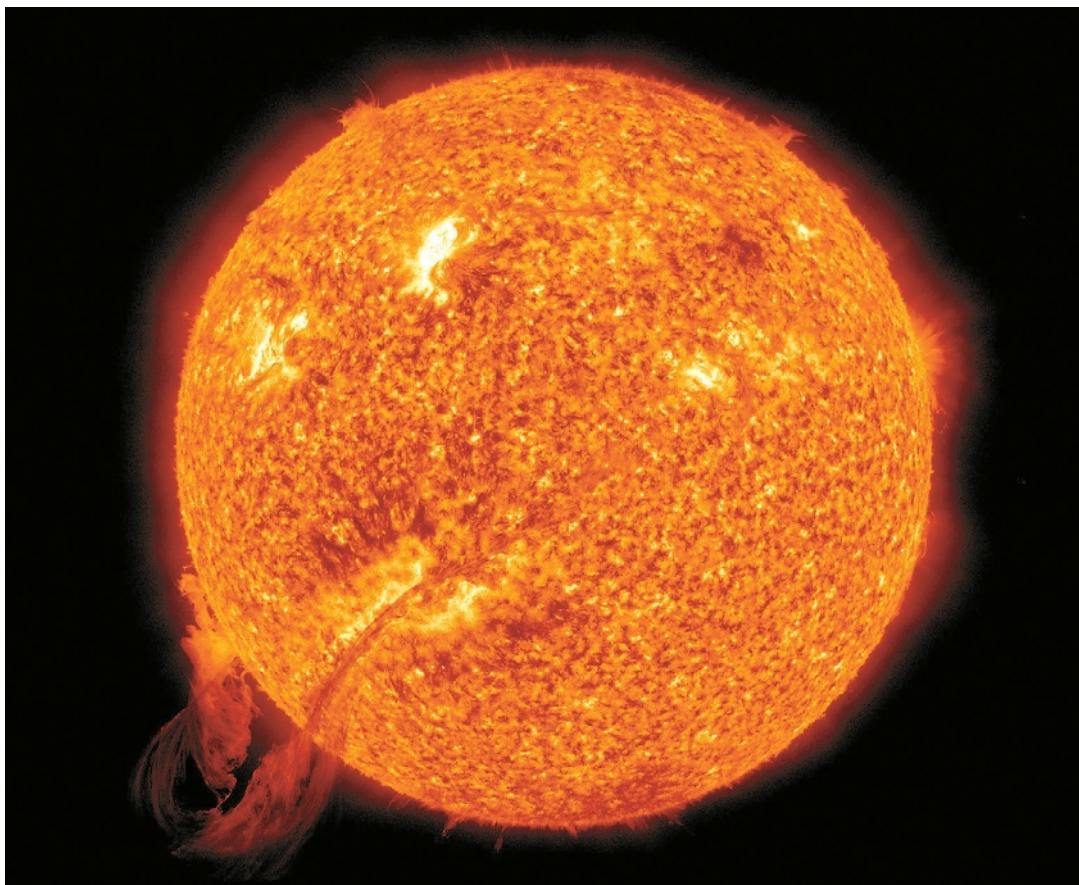




UN CHAOS MAGNÉTIQUE

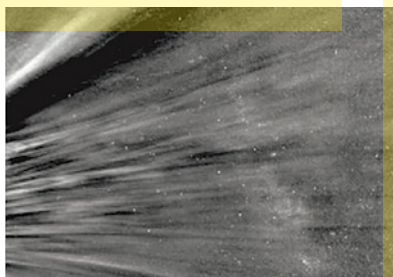
Le Soleil est doté d'un champ magnétique intense, dont la dynamique complexe est le moteur des éruptions. Ces dernières sont aussi rythmées par le cycle de onze ans de l'astre, qui connaît des périodes de forte activité et d'autres plus calmes.



LA SONDE PARKER « TOUCHE » LE SOLEIL

Lancée le 12 août 2018, la sonde *Parker* est un observatoire qui scrute le Soleil au plus près. Son objectif est d'étudier la dynamique de l'étoile et, en particulier, de déterminer les mécanismes qui conduisent à la naissance du vent solaire (qui se propage à travers tout le Système solaire et est capable de perturber les satellites artificiels de la Terre) et au réchauffement de la couronne, la partie la plus externe de l'atmosphère du Soleil. Alors que la température de la surface de l'astre est de 5 800 kelvins, celle de la couronne atteint 2 millions de degrés ! Le Soleil est une boule géante de plasma chaud dont la cohésion est assurée par sa propre gravité. Sous l'impulsion de la pression de radiation et de la température, une partie de cette matière diffuse hors de cette sphère. À proximité de l'astre, la gravité et le champ magnétique du Soleil retiennent ces particules, qui constituent alors son

atmosphère. Mais une fraction de cette matière parvient néanmoins à s'échapper, et forme le vent solaire. La région où les deux forces deviennent trop faibles pour retenir les particules expulsées est nommée la « surface critique d'Alfvén ». Cette frontière serait située à une distance d'entre dix et vingt fois le rayon du Soleil (soit entre 6,9 et 13,8 millions de kilomètres).



Avec sa trajectoire spirale, la sonde *Parker* s'est rapprochée de plus en plus près de cette surface critique. Lors de son huitième survol en 2021, elle a identifié la signature du champ magnétique et des particules caractéristiques de l'atmosphère (sur la photo, on observe un flux de plasma et, en arrière-plan, la Voie lactée). Ces données confirment que, pour la première fois, une machine conçue par l'humain a « touché le Soleil ». Si le premier contact a eu lieu à une distance de 18,8 rayons solaires, la sonde est entrée et sortie à plusieurs reprises de l'atmosphère, indiquant que la surface critique d'Alfvén est irrégulière, avec des creux et des bosses, ce qui était attendu. La mission se poursuivra jusqu'à l'épuisement du carburant, prévu pour 2025, et sera détruite, faute de pouvoir orienter son bouclier face au Soleil.

Sean Bailly

journaliste à *Pour la Science*

Si cette hypothèse est correcte, elle suggère qu'au cours des 10 000 dernières années seulement, la Terre a été frappée par au moins trois superéruptions solaires; sans compter que d'autres événements se cachent peut-être dans les 84% de cernes d'arbres qui restent à étudier. « Qu'il n'y en ait eu qu'une seule au cours des 10 000 dernières années ne semblait pas vraiment réaliste, confie Charlotte Pearson. Mais, jusqu'à présent, il pouvait ne s'agir que d'un cas isolé. Que nous en ayons trouvé deux autres, cela n'est pas très surprenant, mais peut être inquiétant. »

La principale préoccupation concerne les conséquences d'un tel événement qui, s'il se produisait aujourd'hui, pourrait être dévastateur pour les satellites en orbite et les infrastructures au sol. En mars 1989, un orage géomagnétique beaucoup plus faible que l'événement de Carrington a provoqué un *black-out* de douze heures au Québec en surchargeant le réseau électrique de toute la province. Aujourd'hui, un orage géomagnétique résultant d'un événement de Miyake aurait probablement des effets beaucoup plus vastes, notamment des pannes potentiellement catastrophiques du réseau électrique et des satellites.

Sangeetha Abdu Jyothi, de l'université de Californie à Irvine, a récemment calculé qu'un événement du niveau de Carrington aujourd'hui provoquerait une « apocalypse du Net ». Les particules énergétiques d'une telle tempête seraient capables d'endommager les câbles sous-marins entre les pays, perturbant ainsi le trafic internet mondial pendant des semaines, voire des mois. Rien qu'aux États-Unis, une telle catastrophe coûterait de l'ordre de 7 milliards de dollars par jour, estime la chercheuse. Un événement plus

puissant, tel que celui de Miyake, causerait des dommages presque incalculables. « Pour quelque chose de l'échelle de Carrington, nous pourrions éventuellement nous en remettre, car nos données elles-mêmes ne seraient pas effacées, explique Sangeetha Abdu Jyothi. Avec quelque chose de dix ou cent fois plus fort, je ne sais pas. Je ne pense pas que quelqu'un ait simulé cela. À mon avis, cela entraînerait une perte de données importante. Nous pourrions perdre tous nos dossiers, nos informations bancaires et de santé critiques et ne plus rien avoir pour les restaurer. »

Pour l'instant, la probabilité que notre civilisation mondiale connaisse un âge sombre à cause d'un événement de type Miyake semble faible. Mais, selon certaines estimations, la probabilité d'un événement de type Carrington serait comprise entre 7% et 12% par décennie. Nous sommes en mesure de nous préparer à une éruption de cette ampleur en surveillant l'activité solaire afin d'arrêter les satellites et les réseaux électriques avant l'arrivée d'une superéruption et de l'orage géomagnétique qui s'ensuivrait. Mais il sera plus difficile de se protéger contre un événement de type Miyake.

En attendant, les scientifiques continuent de chercher des preuves d'autres événements solaires extrêmes dans les cernes d'arbres et les carottes glaciaires. « Nous commençons à comprendre que le Soleil peut être beaucoup plus énergétique et actif que nous ne le pensions, explique Brian Thomas. Lorsque les gens étudiaient ces superéruptions sur d'autres étoiles, l'une des discussions était de savoir si le Soleil pouvait aussi faire cela. D'après ces enregistrements historiques, il semble que le Soleil soit capable de produire des événements de cette même ampleur. » ■

BIBLIOGRAPHIE

N. Brehm et al., **Tree rings reveal two strong solar proton events in 7176 and 5259 BCE**, soumis à *Nature*, 2021.

F. Miyake et al., **Another rapid event in the carbon-14 content of tree rings**, *Nature Communications*, 2013.

S. Odenwald et J. Green, **En attendant la tempête solaire du millénaire**, *Pour la Science*, n° 374, décembre 2008.