

## Les 7 énigmes de l'Univers

# Le Soleil peut-il s'emballer ?

**L'ÉNIGME :** Les sautes d'humeur de notre étoile sont potentiellement dangereuses pour la vie sur Terre. À quoi sont-elles dues ?

**LES PISTES :** L'étude de la dynamique profonde du Soleil, notamment grâce à l'héliosismologie.

**L'ENJEU :** Découvrir les signes avant-coureurs des colères solaires.

**F**AUT-IL se méfier du Soleil qui somme ? La question peut paraître surprenante à l'heure où notre étoile semble particulièrement calme. Toutefois, "*le Soleil n'a rien d'une horloge suisse*", prévient Allan Sacha Brun, du service d'astrophysique du CEA à Saclay. "*Le cycle d'activité actuel pourrait ainsi être plus violent que ce que l'on attend et le Soleil s'emballer alors que l'on imagine qu'il restera calme.*" Les conséquences d'un réveil brutal du Soleil pourraient alors être catastrophiques pour la Terre. Notre planète pourrait ainsi se retrouver irradiée par deux fois plus d'ul-

traviolets, perturbant gravement la chimie de l'ozone dans l'atmosphère terrestre, et jusqu'à 100 fois plus de rayons X ! De plus, un fort surcroît d'activité du Soleil signifierait davantage d'éruptions solaires. Expulsées à grande vitesse, des particules hautement énergétiques atteindraient en quelques instants la Terre, déclenchant des orages magnétiques, mortels pour les astronautes de la station spatiale internationale comme pour les systèmes électroniques des satellites et des avions volant à haute altitude. À quoi il faudrait ajouter des pannes du réseau de distribution électrique à cause de

tensions induites par des changements dans le champ magnétique terrestre. Le 13 mars 1989, un orage géomagnétique a ainsi plongé le Québec dans un *black-out* de 9 heures... En seulement 90 secondes.

Un tel scénario catastrophe risque-t-il de se reproduire bientôt ? Les chercheurs ne le pensent pas, même si le Soleil reste imprévisible. Notre étoile recèle en effet des phénomènes aussi difficiles à observer qu'à reproduire en laboratoire. Seule certitude : la dynamique du champ magnétique, qui naît dans les couches profondes du Soleil, conditionne les éruptions solaires. Autour du noyau, une épaisse couche de plasma de protons et d'électrons, la zone radiative, recouvre 70 % du diamètre solaire : la chaleur issue du cœur y circule sous forme de photons, qui entrent en collision pendant près d'un million d'années avec les particules de matière avant d'émerger dans la zone convective. C'est une deuxième couche de plasma, moins dense et moins chaude, dont les mouvements créent des courants électriques, qui engendrent à leur tour des champs magnétiques.

Mais alors que la zone radiative tourne sur elle-même d'un seul bloc en 28 jours, la zone convective qui l'entoure se déplace avec une

En mars 2011, le satellite SDO surprenait une violente éruption à la surface du Soleil, pourtant considéré en période de calme actuellement. La matière éjectée matérialise des lignes de champ magnétique.



Nasa/SDO/AIA/C&E Photos

**+ C** À écouter sur [www.cieletespaceradio.fr/jui.752](http://www.cieletespaceradio.fr/jui.752)

Les derniers secrets de notre étoile avec J.-P. Zahn

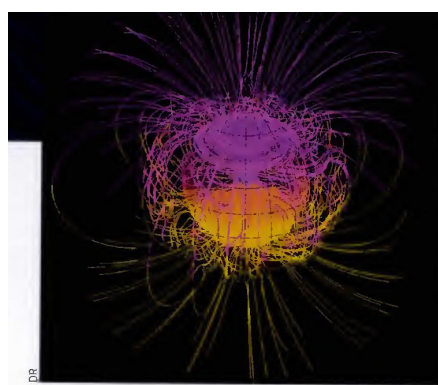
**+ W** Pour en savoir plus, sur Internet

Un dossier de vulgarisation très complet sur le Soleil, sur le site de l'observatoire de Paris : [www.lesia.obspm.fr/solaire/sciences](http://www.lesia.obspm.fr/solaire/sciences)



« Notre étoile n'a rien d'une horloge suisse. Il est complexe de prédire l'activité solaire »

Allan Sacha Brun, du Laboratoire de dynamique stellaire (CEA)



La dynamique du champ magnétique conditionne l'apparition des éruptions solaires. Ce champ magnétique trouve son origine dans les mouvements de plasma à l'intérieur de l'étoile.

vitesse qui varie selon les latitudes : 25 jours à l'équateur, contre 33 jours aux pôles. Cette différence dans la vitesse de rotation crée une zone de cisaillement (la tachocline), qui oriente le champ magnétique de la zone convective en une structure horizontale, qui suit les parallèles. Encore méconnu, un autre phénomène de circulation de plasma de l'équateur vers les pôles, la circulation méridienne, serait également impliqué.

Pour en savoir plus, les chercheurs se penchent sur les ondes acoustiques émises par le Soleil : c'est l'héliosismologie. Celle-ci révèle les profils de pression, de densité et de température des couches de l'étoile, ainsi que sa dynamique interne. "Or, lors du précédent cycle solaire, certains astrophysiciens ont découvert grâce à ces ondes que l'activité du Soleil était repartie, ce qui ne fut avéré qu'à partir de la fin 2009 !" explique Allan Sacha Brun. Ce qui signifie qu'"il pourrait y avoir une déconnexion entre le magnétisme interne révélé par ces ondes et sa manifestation en taches solaires, et donc qu'il n'y aurait pas forcément de lien entre ces dernières et le cycle de 11 ans. Le maximum d'activité pourrait donc être atteint en 2012, alors qu'il n'est attendu que pour 2014 !", conclut le chercheur, qui souligne toutefois qu'il ne s'agit pas là de l'hypothèse principale.

En effet, tout indique que le cycle 24, qui a débuté fin 2009, sera plutôt sage (lire notre dossier du C&E n° 493, juin 2011). Le précédent, déjà, s'était étiré sur 13 ans, au lieu de 11 en moyenne. À l'époque, les taches solaires, qui révèlent le dynamisme du Soleil, avaient disparu pendant plus de 200 jours en 2008 et 2009. Et malgré un sursaut d'activité en février et mars dernier, "le champ magnétique reste faible, donc le vent solaire d'ions et électrons hautement chargés l'est tout autant", explique Allan Sacha Brun. Et c'est là que point un autre danger "car, s'il était trop faible, il laisserait passer plus de rayons cosmiques sur la Terre", lesquels sont tout aussi mortels pour nous.

Simon Castéran