

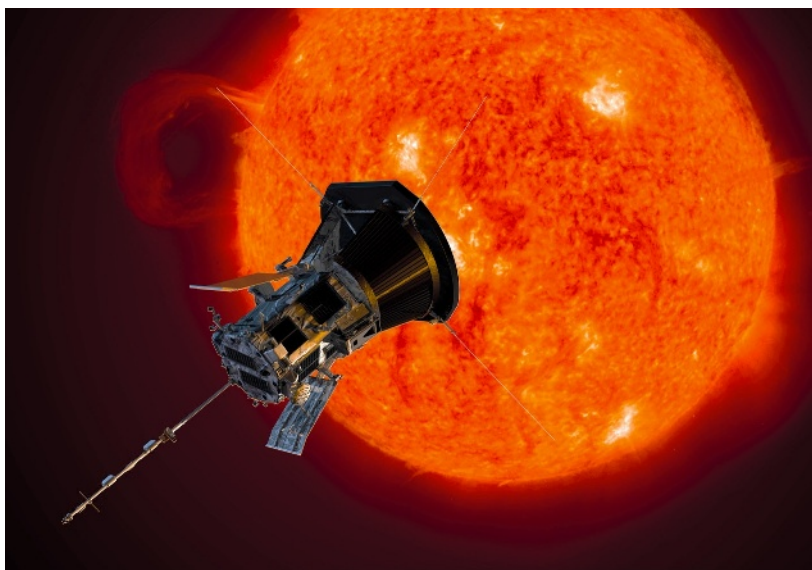
ASTROPHYSIQUE

LES PREMIÈRES MESURES DE PARKER AUTOUR DU SOLEIL

La sonde *Parker*, lancée en 2018, survole le Soleil de près. Ses premières mesures suggèrent que le champ magnétique de l'étoile est plus complexe qu'on ne le pensait.

Parfois, ce ne sont pas les mondes les plus lointains qui recèlent les plus grands mystères. Beaucoup de questions à propos du Soleil, 250 000 fois plus près que la deuxième étoile la plus proche de nous, restent aujourd'hui sans réponse. Par exemple, on ne sait pas pourquoi la couche de gaz située autour du Soleil est 200 fois plus chaude que la surface de l'étoile elle-même. C'est pour répondre à ces questions, et mieux connaître cet astre en général, que la sonde *Parker* (ou PSP, pour *Parker solar probe*) a été lancée par la Nasa en août 2018. Dotée d'une batterie d'instruments scientifiques de haute précision, elle réalise la mission d'exploration la plus proche du Soleil jamais réalisée. Les premières données recueillies ont déjà été exploitées par une équipe constituée majoritairement de scientifiques américains et français; les résultats sont surprenants, notamment sur la forme des lignes de champ magnétique du Soleil, qui présenteraient des «méandres».

Pour étudier le champ magnétique solaire, *Parker* s'est déjà approchée plusieurs fois très près du Soleil – une fois par révolution –, la quatrième étant prévue ce 29 janvier pour une distance d'environ 28 rayons solaires, ou 19 millions de kilomètres. À la grande surprise des chercheurs, le champ magnétique de l'astre, enregistré pendant plusieurs semaines par la suite d'instruments *Fields*, a subi des inversions très fréquentes, changeant parfois de polarité toutes les quelques minutes. Une équipe a également étudié les particules du vent solaire durant ces inversions, grâce à l'instrument *Sweep*. Le vent solaire est un flux de particules chargées électriquement – surtout des électrons et des protons –, provenant de l'atmosphère du Soleil et éjectées dans l'espace. *Sweep* a mesuré les caractéristiques de ces particules accélérées à des vitesses très importantes à proximité de l'étoile, et les chercheurs en ont déduit que les inversions du champ magnétique surviennent conjointement à des jets de particules supersoniques alimentant le vent solaire. Ces deux phénomènes corrélés proviendraient d'éruptions solaires qui seraient aussi impliquées dans le processus de chauffage de la couronne solaire, cette région



La sonde *Parker* (ici une vue d'artiste) réalise une mission de plus de sept ans durant laquelle elle s'approchera, au total, 26 fois du Soleil. L'objectif ? Étudier le vent et la couronne solaires.

**$6,9 \times 10^6$
kilomètres**

C'EST LA DISTANCE À LAQUELLE PARKER S'APPROCHERA DU SOLEIL AU PLUS PRÈS, LORS DE SA 26^e APPROCHE, LE 12 DÉCEMBRE 2025. AVANT LE LANCEMENT DE CETTE SONDE, LE RECORD ÉTAIT DÉTENU PAR HELIOS 2, QUI, EN 1976, S'ÉTAIT APPROCHÉE À ENVIRON 43 MILLIONS DE KILOMÈTRES DE L'ÉTOILE, SOIT SIX FOIS PLUS LOIN.

externe et diffuse de l'atmosphère de l'étoile dont la température est étonnamment élevée – de l'ordre du million de degrés.

Deux autres séries de mesures ont étonné les astrophysiciens. L'instrument *Isis* détecte des particules très énergétiques qui se déplacent beaucoup plus vite que le plasma du vent solaire. Des mesures relatives à leur trajectoire suggèrent que le champ magnétique solaire a une forme beaucoup plus complexe qu'on ne le pensait. Les scientifiques estiment ainsi que les lignes de champ sont déformées par des événements proches du Soleil et comportent des motifs en «S»: elles «font demi-tour». En outre, les images fournies par l'instrument *Wispr* ont révélé une couche proche du Soleil totalement dépourvue de poussières interstellaires. Toute une série de découvertes intéressantes qui ne sont que le début de l'aventure *Parker*, prévue pour durer encore six ans. ■

LUCAS GIERCZAK

D. McComas *et al.*, *Nature*, vol. 576, pp. 223-227, 2019 ;
J. C. Kasper *et al.*, *ibid.*, pp. 228-231 ;
R. A. Howard *et al.*, *ibid.*, pp. 232-236 ;
S. D. Bale *et al.*, *ibid.*, pp. 237-242

BIOLOGIE

UN GROS BEC PARADOXAL

Selon une règle biologique empirique, la règle d'Allen, les animaux vivant dans le froid ont des appendices plus courts que ceux des milieux chauds, car cela leur permet de garder leur chaleur corporelle. Pourtant, le macareux huppé (*Fratercula cirrhata*), un oiseau du nord du Pacifique, a un gros bec. À l'aide d'une caméra thermique, Hannes Schraft, de l'université de San Diego, en Californie, et des collègues ont mesuré la température du bec et du dos de 50 macareux tout juste posés. Ils constatent que, 30 minutes après l'atterrissage, elle n'a pas changé sur le dos, mais a baissé de 5 °C sur le bec. Ce gros appendice présente ici l'intérêt d'évacuer efficacement la chaleur corporelle excessive du macareux, accumulée durant son vol, très énergivore. ■

SOPHIA CONDEMI-PIGNÈDE

H. A. Schraft et al., *Journal of Experimental Biology*, vol. 222, article 212563, 2019

PALÉONTOLOGIE

LA FORÊT LA PLUS ANCIENNE

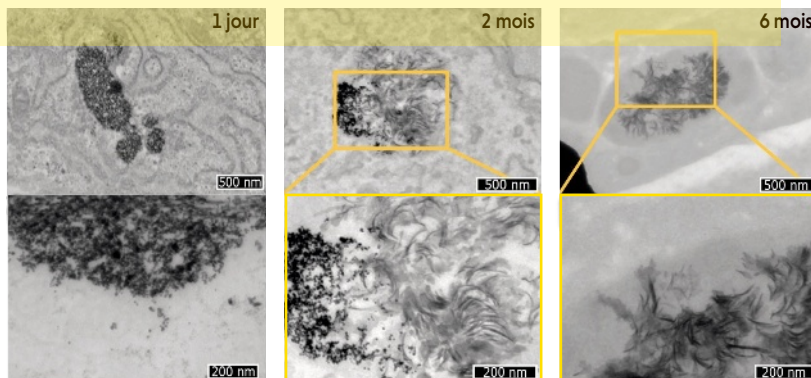
Il y a entre 393 et 383 millions d'années, au Dévonien moyen, la Terre a subi des changements considérables. La composition de l'atmosphère, le climat et la couverture végétale ont évolué très rapidement – marquant notamment l'apparition des arbres –, mais les effets respectifs de ces facteurs restent mal connus. William Stein, de l'université d'État de New York à Binghamton, et ses collègues ont mis au jour, dans l'État de New York, des fossiles de plusieurs végétaux. Outre des fougères anciennes, ils ont identifié des arbres du genre *Archaeopteris*, vieux de 386 millions d'années – ce qui fait du site la plus vieille forêt fossile connue. Dotés de systèmes racinaires larges d'une dizaine de mètres, ces végétaux sont considérés comme les premiers arbres modernes, proches des plantes à graines. Une découverte qui précise leur rôle charnière dans l'évolution de la biosphère. ■

L. G.

W. E. Stein et al., *Current Biology*, en ligne le 19 décembre 2019

BIOPHYSIQUE

DES NANOPARTICULES D'OR PAS SI STABLES



Ces images de lysosomes obtenues par microscopie électronique à transmission montrent, à deux grossissements différents et à différents moments (1 jour, 2 mois et 6 mois) après l'incorporation des nanoparticules d'or, la raréfaction des nanoparticules initiales et l'apparition progressive de structures plus diffuses, où l'or se présente sous forme de feuillets constitués de nanoparticules plus petites qu'initialement.

Alors que l'intérêt pour les nanoparticules d'or appliquées à la médecine est en plein essor, on en sait peu sur le devenir à long terme de ces objets dans le corps humain. On les supposait biologiquement inertes, se stockant indéfiniment dans les tissus sans en altérer la structure. Cependant, une équipe menée par Florence Gazeau et Florent Carn, de l'université de Paris, a découvert qu'au bout de quelques mois, les nanoparticules finissent par se dissoudre avant de recristalliser sous une forme différente.

Les chercheurs ont incubé des cellules humaines avec des nanoparticules d'or sphériques de tailles bien déterminées – de 4 nanomètres à 22 nanomètres. Puis ils ont examiné au microscope électronique ces cellules pendant plus de six mois, en prélevant un échantillon à plusieurs moments différents.

Après 24 heures, les nanoparticules d'or se trouvent séquestrées, sans altération, dans les lysosomes des cellules, ces compartiments étanches qui servent, dans ce cas, de « poubelles » cellulaires. En revanche, les semaines suivantes, les nanoparticules initiales se raréfient tandis que se multiplient, toujours dans les lysosomes, des structures plus diffuses et plus étendues. Par microscopie électronique à transmission à haute résolution, les chercheurs ont mis en évidence que ces structures diffuses, qui semblent stables, se composent de feuillets formés de nanoparticules d'or de 2,5 nanomètres.

Afin de saisir le mécanisme de cette transformation, l'équipe parisienne a voulu déterminer les gènes particulièrement actifs lors de ce processus. Les premiers à être activés correspondent à des enzymes de type oxydase, dont le rôle est de dissoudre les corps étrangers dans les lysosomes : en produisant des dérivés très réactifs de l'oxygène, elles transforment l'or métallique en ions Au⁺, solubles dans l'eau. Puis des protéines d'un autre type, les métallothionéines, entrent en jeu. Comme elles contiennent de nombreux atomes de soufre, qui a une forte affinité avec l'or, elles contribuent à la biocristallisation de l'or et à l'agencement final de ces structures nanocristallines en feuillets.

Ces travaux mettant en question l'inaltérabilité de l'or dans les cellules, les chercheurs doivent désormais étudier l'impact de cette dégradation sur la toxicité éventuelle et l'élimination des nanoparticules d'or dans l'organisme. ■

MARTIN TIANO

A. Balfourier et al., *PNAS*, vol. 117(1), pp. 103-113, 2020