

Piéger un plasma dans une bouteille pour comprendre le soleil et l'énergie de fusion



Le **plasma** est un des quatre états fondamentaux de la matière qui se présente sous une forme de soupe d'électrons et d'ions. S'ils constituent plus de 99,9% de la matière de l'univers ¹, les plasmas, dans leur état naturel, ne font pas partie de notre quotidien contrairement aux autres états de la matière : solides, liquides ou gazeux. Ils existent cependant dans des conditions de très hautes températures telles que dans le soleil, les étoiles ou la foudre.

Plutôt que d'observer ces plasmas chauds, les chercheurs de l'**université de Rice** ont utilisé un laser à refroidissement pour faire descendre la température du plasma jusque **1 degré** au-dessus du zéro absolu (Kelvin), soit **-272 degrés Celsius**, et le garder brièvement piégé grâce aux forces magnétiques environnantes. C'est la première fois qu'un plasma ultra-froid se trouve ainsi confiné. Les détails de cette découverte ont été publiés récemment dans la revue ***Physical Review Letters*** ².

Cette découverte ouvre un grand champ de possibilités pour l'étude de la physique des plasmas. Par exemple, la possibilité d'étudier des phénomènes se produisant dans des plasmas à des distances relativement lointaines comme ceux se trouvant dans l'atmosphère du soleil ou dans les naines blanches depuis son laboratoire sur Terre. En effet, il est rare d'observer clairement des phénomènes spécifiques se produisant dans l'atmosphère solaire, notamment parce que plusieurs autres

phénomènes peuvent se superposer et interférer avec l'observation souhaitée. Ainsi, la possibilité d'isoler le phénomène spécifique sur un banc d'essai simplifie son étude ³.

Le refroidissement du plasma est une procédure routinière au laboratoire de l'université de Rice, selon **Tom Killian**, auteur correspondant de l'article et doyen en Sciences Naturelles ⁴. L'obtention de ces résultats n'a toutefois pas été une tâche facile : la grande difficulté a été de trouver le moyen de piéger ce plasma avec des aimants étant donné que le champ magnétique interfère considérablement avec le système optique que les physiciens utilisent pour observer le plasma refroidi. A cela s'ajoute le fait que le champ magnétique change radicalement au travers du plasma, qui est modifié à son tour (sa trajectoire va suivre les lignes du champ magnétique), ce qui a précisément permis de le piéger.

Ce phénomène est en fait très commun mais encore mal compris. Un exemple que nous connaissons est le vent solaire qui est un courant de plasma à haute énergie. Ce phénomène cause les fameuses **aurores boréales**. Lorsque le plasma du vent solaire se heurte à l'atmosphère terrestre, il interagit avec le champ magnétique, même si ces interactions restent en grande partie incomprises. Un autre exemple est la fusion énergétique : les chercheurs espèrent recréer les conditions existantes à l'intérieur du soleil pour générer de grands stocks d'énergie propre.

L'un des enjeux majeurs actuels est de garder le champ magnétique stable suffisamment longtemps afin de réellement contenir une réaction et éviter toute sorte de perturbation, même infinitésimale. Le travail de Tom Killian et de son équipe est une première brique considérable qui pourrait permettre de construire des prototypes plus avancés afin de comprendre à la fois les phénomènes spatiaux lointains et ceux de la fusion énergétique.

Rédactrice :

Lynda Amichi, attachée adjointe pour la Science et la Technologie (SST Houston)

Références :

1. Plasma, Plasma, Everywhere | Science Mission Directorate.

https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/1999/ast07sep99_1/.

2. Gorman, G. M., Warrens, M. K., Bradshaw, S. J. & Killian, T. C. Magnetic Confinement of an Ultracold Neutral Plasma. *Phys. Rev. Lett.* **126**, 085002 (2021).
3. News, B. S., Chelsea Harvey, E&E. Texas Power Outage Underscores Looming Climate Tests. *Scientific American*
<https://www.scientificamerican.com/article/texas-power-outage-underscores-looming-climate-tests/>.
4. Thomas C. Killian | The People of Rice | Rice University.
<https://profiles.rice.edu/faculty/thomas-c-killian>.