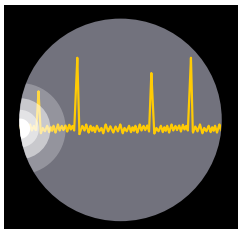


LES SOURCES POSSIBLES DES SURSAUTS RADIO RAPIDES



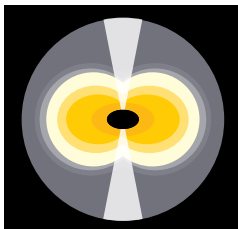
Pulsation d'une étoile à neutrons très massive

Les étoiles à neutrons, vestiges denses d'étoiles mortes, émettent un rayonnement sous forme de faisceaux qui balaient l'espace : elles donnent l'impression de pulser en tournant à la manière d'un phare. Une étoile à neutrons particulièrement puissante pourrait être à l'origine d'un sursaut radio rapide.



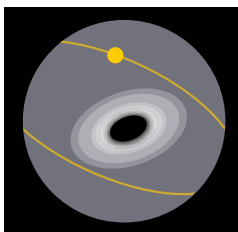
Collision d'étoiles à neutrons

Si deux étoiles à neutrons entrent en collision, l'impact produit un trou noir (ou une étoile à neutrons particulièrement massive) et libère de grandes quantités d'ondes électromagnétiques.



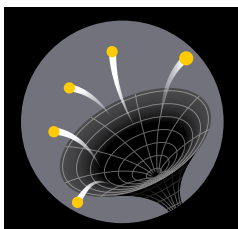
Supernova énergétique

Quand une étoile massive est en fin de vie, elle s'effondre, ce qui conduit à une explosion appelée supernova. Les sursauts radio rapides pourraient correspondre à des supernovæ particulièrement énergétiques.



Interaction avec un magnétar

Des étoiles à neutrons fortement magnétisées, appelées magnétars, émettent un rayonnement engendré par leur énergie magnétique plutôt que par leur rotation. Si l'un de ces astres se trouvait en rotation autour d'un trou noir qui avale de la matière (comme dans un noyau actif de galaxie), l'interaction des deux corps se traduit peut-être par un sursaut radio rapide.



Évaporation d'un trou noir primordial

Certains théoriciens spéculent que le Big Bang aurait créé des trous noirs primordiaux éparpillés dans l'espace. Si l'un de ces trous noirs s'évaporerait spontanément, un éclair radio pourrait s'ensuivre.



Cordes cosmiques

Ces défauts de l'espace-temps sont un autre résultat exotique possible du Big Bang. À supposer qu'ils existent, ils ont pu faire jaillir des éclairs en interagissant avec le plasma qui emplissait l'Univers primordial.

> certain nombre de sources potentielles sont alors à envisager.

Tout en haut de la liste figure la collision de deux étoiles à neutrons. Un tel fracas libérerait probablement un puissant souffle pendant que les deux astres compacts fusionnent en formant un unique trou noir. Une deuxième possibilité pour un événement unique serait l'explosion d'une supernova particulièrement énergétique.

Les théoriciens ont aussi imaginé des scénarios plus exotiques. L'un d'entre eux est l'hypothèse des cordes cosmiques. De tels objets auraient pu se former dans l'Univers primordial lorsque ce dernier a subi des transitions de phase – des changements d'état. Il aurait résulté de ces transitions des défauts, dits topologiques, de l'espace et du temps : les cordes cosmiques. Ces dernières se seraient propagées à la vitesse de la lumière dans le cosmos qui était alors rempli de plasma brûlant, et auraient produit des bouffées de rayonnement en interagissant avec le plasma. Les observations dont nous disposons ne permettent pas d'exclure que les sursauts radio rapides correspondent à ce scénario, qui est cependant hautement spéculatif.

Les scientifiques ont aussi proposé comme source de sursauts radio les trous noirs primordiaux, de petits trous noirs qui se seraient formés à la naissance de l'Univers et qui n'ont pour l'instant pas été détectés. Si l'un de ces trous noirs primordiaux s'évaporerait spontanément, il émettrait un rayonnement qui pourrait correspondre à un signal de sursaut radio rapide.

Si l'une ou l'autre de ces idées devait trouver confirmation, le sursaut Lorimer serait la première preuve observationnelle de ces phénomènes exotiques.

CARTOGRAPHIER LE CIEL

Dix ans après la découverte du sursaut Lorimer, la quête de ces signaux est en passe d'entrer dans une phase inédite grâce à des télescopes de nouvelle génération.

En 2012, le réseau *Askap* (*Australian square kilometer array pathfinder*) à grand champ de vue est entré en service et a très vite permis de détecter des sursauts radio rapides. Au moment où nous écrivons cet article, on connaît près d'une trentaine de ces sursauts. Certaines installations existantes telles que le VLA et le radiotélescope de Molonglo, près de Canberra, en Australie, ont subi des travaux de rénovation qui ont permis d'améliorer leur sensibilité et leur couverture du ciel. Ces radiotélescopes modernisés sont maintenant opérationnels, rejoints par d'autres entièrement nouveaux comme *Chime* (Expérience canadienne de cartographie de l'intensité de l'hydrogène) et *Fast* (un radiotélescope sphérique de 500 mètres d'ouverture, en Chine).

Cela devrait notablement augmenter notre échantillon de sursauts radio rapides et nous apporter une bien meilleure compréhension de leur origine.

Certains des nouveaux télescopes peuvent localiser les sursauts radio rapides avec une précision d'une seconde d'angle en temps réel. Avec une telle réactivité, nous espérons réaliser des observations complémentaires dans d'autres longueurs d'onde, pour, notamment, mieux identifier la galaxie hôte de ces sursauts.

Par ailleurs, certains modèles expliquant les sursauts radio rapides, comme celui des fusions d'étoiles à neutrons, prédisent qu'ils s'accompagnent d'une production d'ondes gravitationnelles. Or en 2015, les physiciens ont réussi l'exploit de détecter ces ondulations de l'espace-temps, grâce aux expériences *Ligo* et *Virgo*. Il existe donc aujourd'hui une possibilité réelle de détecter conjointement les émissions électromagnétiques et les émissions d'ondes gravitationnelles de ces sources. Grâce à une telle détection, les chercheurs auront accès à certaines propriétés de la source d'un sursaut radio rapide, telle que sa masse, information impossible à obtenir par d'autres moyens. On peut donc espérer des progrès majeurs et prochains dans la compréhension de ces messages cosmiques.

Au-delà de percer l'identité et l'origine des sursauts radio rapides, l'étude de ces signaux sera aussi utile pour un projet ambitieux : la cartographie de l'Univers. Les astronomes en sont encore aux premières étapes de leur entreprise visant à déterminer la répartition de la matière dans l'espace et à visualiser les structures qu'elle forme à grande échelle. Or les sursauts radio rapides apportent une information précieuse dans ces efforts de cartographie. Ce sont en effet les seuls signaux extragalactiques à notre disposition qui soient assez courts pour qu'on puisse en mesurer la dispersion intergalactique et en déduire la densité de la matière le long de la ligne de visée. La densité du milieu intergalactique est une prédiction critique de divers modèles de la structure de l'Univers à grande échelle, et l'information fournie par les sursauts radio rapides devrait donc permettre de faire le tri entre ces modèles.

L'histoire des sursauts radio rapides n'en est qu'à ses débuts. Si nous sommes maintenant convaincus qu'ils existent, nous esquissons à peine leur origine. Mais les choses s'accroissent. En mars 2018, pas moins de trois sursauts ont été détectés par l'observatoire de Parkes, dont le plus lumineux jamais capté, ce qui nous promet encore des découvertes passionnantes. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Chatterjee et al., **A direct localization of a fast radio burst and its host**, *Nature*, vol. 541, pp. 58-61, 2017.

D. Kasen, **Des kilonovæ aux ultranovæ**, *Pour la Science*, n° 474, avril 2017.

D. R. Lorimer et al., **A bright millisecond radio burst of extragalactic origin**, *Science*, vol. 318, pp. 777-780, 2007.

Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises

cnrs
formation
entreprises

**Organisme
de formation continue**

→ **230 formations technologiques courtes proposées par le CNRS dans ses laboratoires de recherche**
pour les chercheurs, ingénieurs et techniciens

→ **Domaines de formation**
Big data, sciences de l'ingénieur, matériaux, biologie, microscopie, spectrométrie, urbanisme... et plus encore

+ de **1300 stagiaires** formés chaque année



Découvrez nos stages sur
cnrsformation.cnrs.fr



contact : cfe.contact@cnrs.fr ou +33 (0)1 69 82 44 55 @CNRS_CFE