

L'ESSENTIEL

> Généralement, le destin ultime d'une étoile est simplement dicté par sa masse. Mais certains cas semblent déroger à cette règle.

> On observe que certaines étoiles émettent de puissants jets de plasma, tandis que d'autres expulsent une importante fraction de leur gaz quelques jours avant de mourir.

> Grâce à des instruments scrutant de grandes régions du ciel, on commence à voir de plus en plus de ces événements atypiques.

> En accumulant des observations, les astrophysiciens identifieront des traits caractéristiques parmi ces comportements exotiques, ce qui aidera à en comprendre l'origine et la diversité.

L'AUTRICE



ANNA Y. Q. HO
astronome à l'université de Californie à Berkeley, et spécialiste des fins de vie d'étoiles massives





Les mille et une morts des étoiles

La plupart des étoiles meurent selon des scénarios bien connus. Mais ces dernières années, les astronomes ont découvert un nombre croissant de supernovæ inhabituelles qui ne se conforment pas aux schémas classiques.

Lorsqu'une étoile massive en fin de vie explose, elle produit dans certains cas un jet de plasma très énergétique. Grâce aux techniques d'observation les plus récentes, les astronomes sont en mesure d'étudier ce phénomène rare.

Le 9 septembre 2018, un télescope robotisé effectuait un relevé de routine du ciel nocturne lorsqu'il repéra ce qui ressemblait à une nouvelle étoile. Au fil des heures, cette «étoile» devint dix fois plus brillante. Un logiciel que j'avais écrit pour identifier des événements célestes inhabituels déclencha alors une alerte. Il faisait nuit en Californie et je dormais, mais mes collègues de l'autre côté de la Terre réagirent promptement à ce signalment. Douze heures plus tard, divers télescopes terrestres et spatiaux avaient recueilli assez de données pour confirmer qu'il s'agissait d'une supernova – une explosion d'étoile – dans une galaxie lointaine. Mais cet événement n'avait rien d'une supernova «banale».

En combinant les mesures des différents télescopes, nous sommes parvenus à la conclusion qu'après avoir brillé pendant des millions d'années, l'étoile a fait quelque chose d'aussi surprenant que mystérieux. Elle s'est subitement débarrassée de ses couches de gaz externes, formant ainsi un cocon de poussière et de gaz autour d'elle. Quelques jours à une semaine plus tard, l'étoile a explosé. Les débris de l'explosion sont alors entrés en collision avec le cocon et ont ainsi produit un flash inhabituellement brillant et de courte durée. Parce que l'explosion a eu lieu dans une galaxie très éloignée (sa lumière a mis près de un milliard d'années à atteindre la Terre), elle n'était pas assez brillante pour être vue à l'œil nu. Cependant, elle était assez lumineuse pour nos observatoires. Et grâce à une recherche rétrospective dans les données des télescopes, nous avons même réussi à retrouver l'étoile en train de se «deshabiller» deux semaines avant d'exploser, alors qu'elle était encore cent fois moins brillante que lors de son explosion.

Au cours de ma thèse, j'ai ainsi observé des étoiles qui ont expulsé une part importante de leur gaz dans les derniers jours de leur vie lors d'éruptions violentes, mais aussi des astres dont le vestige du cœur est resté actif après l'effondrement de l'étoile et a émis des jets de matière se déplaçant à des vitesses hyperrelativistes (très proches de la vitesse de la lumière). Ces processus extrêmes semblent rares et ne se conforment pas aux schémas standard que les astrophysiciens ont dressés sur la mort des étoiles. Mais le simple fait qu'ils puissent se produire de temps à autre indique que nous avons encore beaucoup de choses à comprendre sur les mécanismes essentiels de la vie et de la mort des étoiles.

Grâce aux progrès techniques des instruments d'observation et de l'analyse des données, les astrophysiciens sont en train d'enrichir régulièrement cette collection de fins stellaires atypiques qui remettent en cause les scénarios classiques. Ces événements soulèvent des

questions fondamentales : quels sont les facteurs qui déterminent comment un astre va mourir ? Pourquoi certaines étoiles terminent-elles leur vie avec des éruptions ou des jets violents, tandis que d'autres explosent, tout simplement ? Nous ne sommes qu'au début de l'exploration de ces fins exceptionnelles d'étoiles, mais nous accumulons progressivement des indices offrant des pistes de réponses.

UNE NOUVELLE ÉTOILE

L'histoire de la naissance, de la vie et de la mort d'une étoile est celle d'une compétition entre différentes forces. Les étoiles naissent dans de vastes nuages interstellaires d'hydrogène. Le gaz s'accumule dans certaines régions sous l'effet de l'attraction de la force gravitationnelle. Cette dernière devient assez intense pour s'opposer à des forces qui tendent à disperser le gaz, comme la pression des champs magnétiques. Lorsqu'une portion du nuage s'effondre sur lui-même en une protoétoile, la densité augmente de 20 ordres de grandeur et sa température croît de plusieurs millions de degrés. Dans ces conditions, les atomes d'hydrogène entrent en collision avec suffisamment d'énergie pour se lier et former de l'hélium. Cette fusion libère de l'énergie : la boule de gaz chauffe et brille. Une nouvelle étoile est née.



Avec la robotisation des télescopes, nous sommes capables de repérer des milliers de supernovæ chaque année

Comme le nuage initial, l'étoile est elle-même le théâtre d'une compétition entre la gravitation, qui attire le gaz vers l'intérieur, et la pression due à la fusion nucléaire, qui le repousse vers l'extérieur. L'évolution d'une étoile est donc un équilibre délicat entre ces forces ; un équilibre qui dépend de la température et de la masse de l'astre. Dans les étoiles de faible masse et en conditions modérées, l'hydrogène fusionne lentement en hélium et c'est tout : ainsi, le Soleil est