

Récemment, Mohammed Sheikh et ses collègues, de l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign, ont effectué une analyse statistique des temps caractéristiques, des profondeurs et des durées des baisses de luminosité à court terme. Ils ont trouvé une distribution en «loi de puissance» caractéristique d'une transition de phase continue (comme lorsque des aimants se réalignent en présence de champs magnétiques externes). Selon eux, cette distribution suggère que les baisses de luminosité de l'étoile

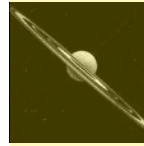
## Chaque scénario a son lot de spéculations et d'hypothèses qu'il reste à démontrer

de Tabby sont dues à sa situation au seuil d'une transition interne, telle qu'une inversion globale de son champ magnétique.

Mais aucune étoile du type de celle de Tabby n'a jamais présenté une telle activité. En fait, l'étoile est trop chaude pour avoir le type de dynamo stellaire qui engendre des effets magnétiques au sein d'étoiles plus froides, telles que le Soleil. Plus problématique encore, les champs magnétiques stellaires ne pourraient pas être responsables du déclin lumineux à long terme que nous observons.

L'astronome Brian Metzger, de l'université Columbia, et ses collègues ont avancé une explication peut-être plus simple. Une planète ou une naine brune serait entrée en collision avec l'étoile de Tabby. La collision aurait entraîné une augmentation temporaire de la luminosité de l'étoile, et le déclin lumineux à long terme que nous observons correspondrait alors au retour à la normale de l'étoile. Ce scénario n'explique pas les baisses ponctuelles irrégulières ou la forme précise de l'obscurcissement à long terme vu par Benjamin Montet et Joshua Simon dans les données de calibration de *Kepler*, mais de futures études, plus détaillées, apporteront peut-être des arguments en sa faveur.

Pour ces raisons, nous pensons que le scénario de la fusion est intéressant, mais demande à être examiné plus précisément. Les autres explications nous semblent plus improbables.



### 5. TROUS NOIRS

Dans le grand public, certains ont imaginé la possible implication d'un trou noir. Selon une idée assez répandue, un trou noir de masse

stellaire en orbite rapprochée autour de l'étoile de Tabby pourrait en bloquer la lumière. Mais cette hypothèse souffre de trois failles. Tout d'abord, un tel trou noir tirerait l'étoile tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, créant un mouvement oscillant facilement détectable, que l'équipe de Tabettha Boyajian a recherché en vain. Ensuite, les trous noirs de masse stellaire sont beaucoup plus petits que les étoiles, si bien qu'un trou noir n'arrêterait qu'une infime fraction de la lumière stellaire. En fait, le champ gravitationnel intense d'un trou noir, contrairement à l'intuition, aurait pour effet d'amplifier la brillance de l'étoile, en focalisant la lumière par un effet de lentille gravitationnelle. Et, dernière faille, quand du gaz et de la poussière tombent dans un trou noir, la matière est soumise à de formidables frottements qui la chauffent. Elle émet alors fortement à toutes les longueurs d'onde. S'il y avait vraiment un trou noir en orbite autour de l'étoile de Tabby, nous devrions nous attendre à une augmentation, et non à une diminution, de la luminosité, ce qui n'est clairement pas le cas.

Pas de trou noir, donc? Ce n'est pas si simple. Nous venons d'expliquer pourquoi le trou noir ne peut être proche de l'étoile de Tabby. Mais il pourrait être plus lointain, à la dérive quelque part entre l'étoile de Tabby et nous. Imaginez un tel trou noir ayant en orbite autour de lui un grand disque froid de matière, comme les anneaux de Saturne, mais plus grand que le Système solaire entier. Ce disque pourrait présenter une région externe presque transparente et une région interne plus dense. Un tel disque entraînerait le déclin à long terme de l'étoile de Boyajian en occultant sa lumière d'abord avec sa région presque transparente, puis avec sa région interne dense, une dérive à travers notre ligne de visée qui pourrait prendre au moins cent ans. Les décrochements lumineux irréguliers de l'étoile pourraient alors être les ombres projetées par les sous-structures du disque en transit. Un tel trou noir (et son hypothétique disque) aurait échappé aux mesures d'imagerie à haute résolution de Tabettha Boyajian parce qu'il n'émettrait lui-même aucune lumière.

Comme nous n'avons pas de preuves observationnelles que certains trous noirs s'accompagnent de disques froids étalés, ce scénario semble un peu tiré par les cheveux. Mais les théoriciens prédisent l'existence de tels disques en tant que sous-produits des supernovæ qui donnent naissance à des trous noirs de masse stellaire. De plus, les chercheurs ont estimé que

>

> les chances sont non nulles qu'un tel trou noir doté d'un disque soit passé devant au moins une des 150 000 étoiles suivies par *Kepler* au cours de ses quatre années de relevé. Ce scénario est donc assez raisonnable.



## 6. DES MÉGASTRUCTURES EXTRATERRESTRES

Jusqu'à présent nous avons considéré des scénarios qui reposaient sur des explications naturelles. Aucune ne

se détache particulièrement, chacune ayant son lot de spéculations, d'hypothèses qui restent à démontrer, etc. Ainsi, à ce stade, rien ne nous interdit d'envisager une explication plus sensationnelle : une mégastructure extraterrestre, dans la veine de celle que décrivait Freeman Dyson il y a plus d'un demi-siècle.

Imaginez qu'une civilisation extraterrestre ait construit un grand nombre de panneaux collecteurs d'énergie et que ces panneaux aient tout un éventail de tailles et d'orbites autour de l'étoile. L'effet combiné des panneaux de l'essaim serait de bloquer une fraction de la lumière de l'étoile.

Quand des parties plus denses de l'essaim entrent ou sortent de notre ligne de visée, nous verrions des variations de luminosité sur des durées allant de quelques heures pour les unes ou plusieurs siècles pour les autres. Comme l'a noté il y a plus d'une décennie l'astronome Luc Arnold, des panneaux ou des groupes de panneaux particulièrement grands volant en formation (peut-être même plus grands que l'astre lui-même) entraîneraient d'énormes baisses discontinues de luminosité liées à leur forme géométrique au moment des transits.

Comme pour l'hypothèse du disque circumstellaire, le manque d'émission infrarouge est encore un problème. Même les mégastructures extraterrestres doivent obéir aux lois fondamentales de la physique, et donc toute énergie de l'étoile qu'elles interceptent doit *in fine* être rayonnée sous forme de chaleur. Cette exigence reste valable quelle que soit l'efficacité énergétique de leur technologie : l'énergie ne peut pas être détruite, et si elles en recueillent beaucoup, elles doivent également en perdre beaucoup à plus ou moins long terme. La signature infrarouge semble inévitable.

Il y a néanmoins des manières de rendre l'hypothèse tenable : une mégastructure sous forme d'essaim pourrait convertir l'énergie recueillie sous forme de signaux radio ou laser au lieu de chaleur ; elle pourrait ne pas former un essaim sphérique, mais un anneau aligné précisément avec notre ligne de visée, et les émissions seraient alors dirigées dans une direction qui échappe à nos détecteurs ; elle pourrait utiliser une technologie échappant à notre compréhension de la physique et n'émettant aucune

## RENDEZ-VOUS EN 2021 ?

**L'**étoile de Tabby continue à se comporter de façon étonnante. Le 19 mai 2017, les astronomes ont observé une nouvelle chute de sa luminosité. Les chercheurs ont suivi en direct ce décrochement qui a duré cinq jours avant le retour à la normale. La baisse était de 2,5 % par rapport à la luminosité d'avant le 19 mai. C'est la première baisse épisodique observée depuis les résultats obtenus par *Kepler* entre 2011 et 2013. Une autre baisse a suivi en juin.

chaleur. À cause de la multitude d'inconnues, ce scénario est très difficile à tester.

L'idée des mégastructures extraterrestres serait donc à considérer sérieusement si toutes les hypothèses naturelles sont écartées. À l'inverse, elle serait étayée si nous détectons des signaux radio clairement artificiels émis depuis le voisinage de l'étoile de Tabby, une recherche que nous avons entamée avec Tabettha Boyajian à l'aide du télescope de Green Bank, en Virginie-Occidentale, aux États-Unis. Pour l'instant, il est difficile de se prononcer sur cette hypothèse extravagante : nous n'en savons tout simplement pas assez pour estimer, même grossièrement, la probabilité des capacités techniques d'une hypothétique vie extraterrestre.

## UN AVENIR INCONNU MAIS RADIEUX

Quel bilan tirer de toutes ces tentatives pour expliquer le comportement de l'étoile de Tabby ? Nous pouvons exclure toute explication qui conduit à un excédent naturel d'énergie infrarouge, puisque nous n'en observons pas. Nous pouvons aussi rejeter des scénarios qui font intervenir de nombreux événements peu probables, ou qui invoquent une physique ou des objets que nous n'avons jamais vus auparavant, au moins jusqu'à ce que toutes les autres options aient été éliminées.

Le meilleur moyen d'avancer est de récolter davantage d'informations sur l'étoile. En 2013, *Kepler* a cessé de prendre des données, à la suite

Grâce à un réseau d'observatoires, les données ont été enregistrées dans différentes gammes du spectre, notamment dans l'infrarouge, une gamme de fréquences cruciale pour tester certaines idées. Ces données sont en cours d'analyse et il est encore trop tôt pour conclure.

Quelques jours après ces observations, un nouveau scénario a été proposé par Fernando Ballesteros, de l'université de Valence, en Espagne, et ses collègues. L'hypothèse est qu'une planète entourée d'un anneau et en orbite autour de Tabby aurait produit le décrochement observé en 2011. Cette planète serait accompagnée d'astéroïdes troyens, c'est-à-dire des corps qui occupent deux régions gravitationnellement stables sur l'orbite de la planète (les points de Lagrange à 60° en avance et en retard sur la planète, comme les Troyens de Jupiter). Les perturbations de 2013 correspondraient aux Troyens qui suivent la planète. Les chercheurs anticipent donc une future baisse en 2021, lorsque les Troyens qui devancent la planète reviendront dans notre ligne de mire. Quant à la baisse de mai dernier, elle correspondrait au passage du point de Lagrange exactement à l'opposé de la planète par rapport à son étoile. Il pourrait aussi être occupé par quelques astéroïdes de passage.