

> Et des disques circumstellaires déformés peuvent arrêter une fraction croissante de la lumière de l'étoile sur des échelles de temps de l'ordre de la décennie ou du siècle.

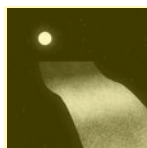
Mais l'étoile de Tabby est d'âge moyen, et non jeune, et apparemment dépourvue d'un disque. D'ailleurs, si ce disque était présent, nous devrions détecter sa présence par des émissions électromagnétiques spécifiques. Il serait chauffé par le rayonnement de l'étoile et, comme tout objet chaud, il devrait émettre un rayonnement infrarouge. Or on n'observe rien de tel avec l'étoile de Tabby. Peut-être l'anneau de poussière et de gaz est-il très mince et très étalé autour de l'étoile, auquel cas il bloquerait la lumière le long de notre ligne de visée sans donner lieu à un excès d'infrarouge notable. Mais de tels anneaux n'ont jamais été vus autour d'étoiles d'âge moyen comme celle de Tabby. Comme ce scénario ne peut expliquer l'étoile de Tabby qu'en invoquant un phénomène jamais observé auparavant, nous pensons qu'il est très improbable.



2. UN ESSAIM DE COMÈTES

Selon l'une des premières hypothèses de Tabet Boyajian, des essaims de comètes géantes étaient à l'origine des baisses de luminosité de l'étoile. Les comètes, après tout, passent l'essentiel de leur temps loin de leur étoile et ont des orbites très excentriques, ce qui rendrait compte de l'irrégularité des baisses lumineuses. Cependant, comme dans le cas du disque de poussière, le rayonnement absorbé par les comètes les chaufferait, ce qui se traduirait par une signature infrarouge. Toutefois, la non-détection de ce rayonnement n'est pas aussi critique pour ce scénario. En effet, les comètes se réchauffent rapidement en s'approchant de leur étoile, mais se refroidissent tout aussi vite en s'en éloignant. Ainsi, presque tout le rayonnement infrarouge serait émis pendant le décrochement. Le surplus de rayonnement infrarouge serait difficile à séparer de la lumière de l'étoile. Ensuite, les comètes s'éloigneraient, déjà refroidies, et n'émettraient pas de chaleur détectable. Plus délicat : un essaim capable d'entraîner la mystérieuse atténuation à long terme devrait être très grand, ce qui ne manquerait pas de créer un excès d'infrarouge observable.

Ainsi, notre verdict est que l'explication par les comètes est plausible pour les décrochements ponctuels, les contraintes sur les émissions infrarouges étant moins sévères que dans le cas d'un disque. Mais il est beaucoup moins probable que les comètes expliquent le déclin lumineux à long terme. En fin de compte, il est difficile de penser que ce scénario explique le comportement de l'étoile de Tabby.

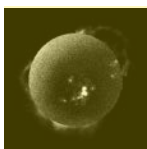


3. UN NUAGE DANS LE MILIEU INTERSTELLAIRE OU DANS LE SYSTÈME SOLAIRE

L'espace interstellaire est parsemé de nuages de gaz et de poussière qui absorbent la lumière des étoiles situées en arrière-plan. Peut-être un tel nuage bloque-t-il une fraction variable de la lumière en fonction de la partie traversée par la ligne de visée de *Kepler* au cours de l'orbite du télescope autour du Soleil. Ce nuage ne serait pas homogène. Dès lors, les variations de densité expliqueraient la baisse régulière de la luminosité apparente de l'étoile sur de longues périodes, avec des concentrations ponctuelles de matière qui entraîneraient les brèves atténuations extrêmes.

Valeri Makarov, de l'Observatoire naval des États-Unis, et son collègue Alexey Goldin ont proposé une autre explication pour les petites fluctuations, où la baisse de luminosité est inférieure à 7%. Ils suggèrent qu'il existe une autre étoile dans l'alignement de l'étoile de Tabby. Les petites baisses correspondraient à des occultations par des essaims de minuscules nuages denses ou de comètes dans l'espace interstellaire de cette étoile. Cette hypothèse est plausible.

Toujours dans l'idée d'un nuage de matière, ce dernier pourrait se situer à la périphérie du Système solaire. Dans ce cas, l'orbite de *Kepler* autour du Soleil ferait traverser à la ligne de visée du satellite ce même nuage tous les ans, mais nous ne voyons pas de répétition annuelle des baisses de luminosité de l'étoile de Tabby. De plus, nous n'avons pas d'autres indices de l'existence de ce nuage, ni de son origine possible. Nous pourrions imaginer un nuage de glace et de vapeur produit par des geysers sur un corps de type Pluton beaucoup plus éloigné du Soleil. Les planétologues n'ont pas encore d'éléments pour appuyer cette piste, que nous jugeons concevable mais peu probable.



4. DES VARIATIONS STELLAIRES INTRINSÈQUES

L'éclat des étoiles change quand elles commencent à épuiser les réserves de combustible en leur cœur. Mais cela se produit à des échelles de millions d'années, et pas de siècles ou de jours, et cela à la fin de la vie de l'étoile, pas au milieu. En revanche, des phénomènes naturels tels que des taches stellaires ou des éruptions, que l'on observe aussi sur le Soleil, modifient l'éclat des étoiles à des échelles temporelles plus courtes. Nous n'aurions, *a priori*, plus besoin d'invoquer des nuages de gaz et des comètes si les décrochements irréguliers sont expliqués par des variations d'éclat résultant de processus physiques internes à l'étoile de Tabby.

TABBY, UNE ÉTOILE POURTANT ORDINAIRE

TYPE D'ÉTOILE

Étoile jaune-blanc
de la séquence principale

DISTANCE

1 280 années-lumière
(dans la constellation
du Cygne)

MASSE

1,43 masse solaire

RAYON

1,58 rayon solaire

TEMPÉRATURE

6 750 kelvins
(environ 6 500 °C)

MAGNITUDE APPARENTE

11,7 (invisible à l'œil nu)

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



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 Tabetha 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 Tabetha 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 ➤

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.