

> inactives. En tant que premières manifestations de ce phénomène prédit depuis longtemps, ces découvertes ont été particulièrement importantes et ont inauguré un nouveau champ d'étude. Mais parce que l'on trouvait ces candidats pour l'essentiel dans des données anciennes, les astronomes étaient dans l'impossibilité de les étudier à diverses longueurs d'onde en temps réel afin d'avoir une vue complète de ces événements. Pour prendre les TDE sur le vif, il fallait que les astronomes aient beaucoup de chance, ou qu'ils soient en mesure de surveiller en continu de gigantesques portions du ciel.

LA TRAQUE DEVIENT POSSIBLE

Or, grâce aux progrès continus en termes de stockage de données et de sensibilité des détecteurs durant la dernière décennie, des relevés aussi ambitieux sont désormais possibles. Un détecteur optique haut de gamme peut aujourd'hui obtenir une image de un degré carré du ciel en une prise unique, ce qui revient plus ou moins à voir le ciel avec un objectif panoramique après des années passées à l'étudier en regardant à travers une paille. En surveillant régulièrement de vastes régions du ciel et en comparant numériquement les images résultantes afin d'y identifier des événements peu lumineux et éphémères, les astronomes sont maintenant en mesure de découvrir et d'étudier plus facilement les TDE et une foule d'autres phénomènes astrophysiques transitoires.

Ces nouveaux relevés à grand champ, tels *Pan-STARRS* (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System*, télescope de relevé panoramique et système de réponse rapide), *PTF* (*Palomar Transient Factory*, usines à sources transitoires du mont Palomar) et *ASAS-SN* (*All-Sky Automated Survey for Supernovae*, relevé automatisé sur tout le ciel des supernovæ), ont été conçus principalement pour identifier les supernovæ et les astéroïdes. Or, comme ils sont capables de capter l'image de millions de galaxies chaque nuit, ils sont aussi sensibles aux événements plus exotiques, tels que les TDE.

En 2010, peu de temps après la mise en service de *Pan-STARRS*, une équipe dirigée par Suvi Gezari, astrophysicienne à l'université du Maryland, a découvert un événement de destruction par effet de marée; nommé PS1-10jh, il s'est produit autour d'un trou noir d'à peu près 2 millions de masses solaires dans une galaxie située à quelque 2,7 milliards d'années-lumière de la Terre. Et comme ce TDE a été détecté peu de temps après l'enregistrement des données, Suvi Gezari et ses collègues ont pu, pour la première fois, suivre la quasi-totalité du processus en longueurs d'onde optiques et ultraviolettes. Mais ce qu'ils ont vu a constitué un véritable choc.

UNE RENCONTRE RARE MAIS FATALE

En s'aventurant trop près des trous noirs supermassifs tapis au centre de la plupart des galaxies, les étoiles se déchirent sous l'effet de l'intense champ gravitationnel. Elles envoient un flot de gaz vers le trou noir; ce gaz se comprime, chauffe et luit pendant sa chute. Nommés événements de destruction par marée, ou TDE, ces explosions sont parmi les phénomènes les plus lumineux de l'Univers et éclairent le processus d'alimentation et de croissance des trous noirs supermassifs.

Étoile

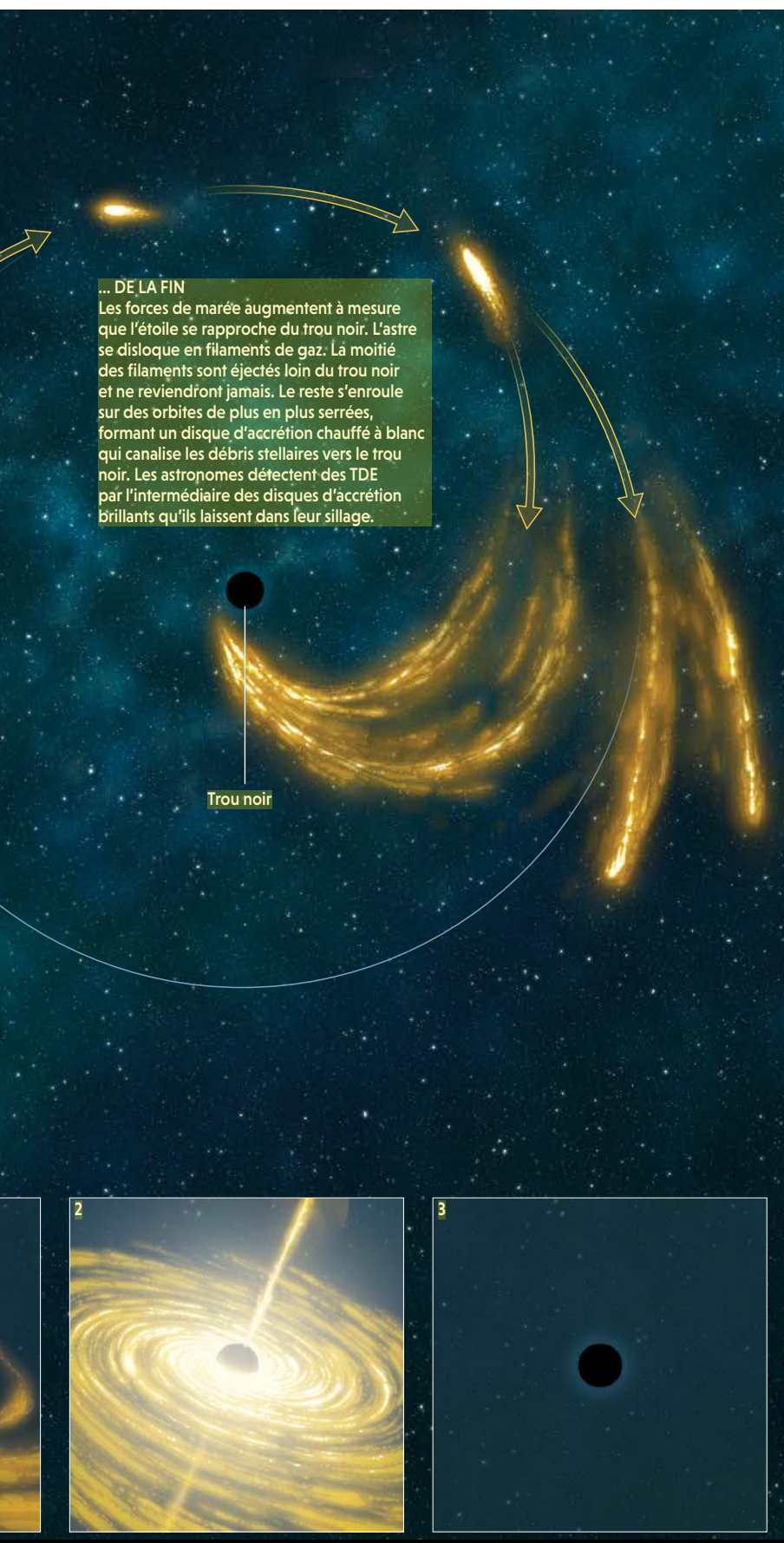
LE DÉBUT...

Un TDE démarre quand un trou noir supermassif exerce une attraction gravitationnelle plus forte du côté proche que du côté éloigné d'une étoile de passage. L'intensité de ces « forces de marée » dépend de la masse du trou noir et de la densité de l'étoile. Ici, une étoile de masse solaire commence à s'étirer comme de la barbe à papa en s'approchant d'un trou noir d'environ un million de masses solaires.

UNE OCCASION UNIQUE

Un TDE est la seule situation qui permet aux astrophysiciens d'assister au spectacle d'un trou noir qui se réveille, prend son repas et retourne dormir. En fonction du temps que met un disque d'accrétion à se former (1), atteindre sa luminosité maximale (2) et disparaître (3), les chercheurs évaluent la taille de l'étoile engloutie ainsi que la masse du trou noir et sa vitesse de rotation. Pendant que le trou noir se nourrit, les chercheurs peuvent également suivre les ondes de choc dans son disque d'accrétion, ainsi que la formation de jets relativistes (des faisceaux de particules libérées à des vitesses proches de celle de la lumière, émanant des pôles du trou noir). Aucun autre événement cosmique n'offre une vision aussi détaillée des processus extrêmes régnant autour des trous noirs.

1



D'après les mesures détaillées du spectre électromagnétique de son rayonnement, ce TDE était beaucoup trop froid. À seulement 30000 kelvins, il était près de 8 fois plus froid que ne le prédisaient la plupart des modèles décrivant les disques d'accrétion. De plus, au lieu de disparaître progressivement en quelques semaines tandis que le disque d'accrétion se refroidissait et se dissipait, PS1-10jh s'est maintenu à une température constante pendant plusieurs mois après la découverte initiale. Plus étrange encore, *Pan-STARRS* a détecté dans l'émission rémanente des signes de la présence d'hélium ionisé, ce qui n'était possible qu'avec des températures supérieures à 100000 kelvins. Et bien que le TDE semblât riche en hélium, il paraissait dépourvu d'hydrogène, l'élément le plus abondant de l'Univers et le principal ingrédient des étoiles. Les théoriciens se sont donc mis au travail pour trouver ce que traduisaient ces si déconcertants résultats.

Pour expliquer le manque d'hydrogène de PS1-10jh, l'équipe de *Pan-STARRS* a suggéré que l'étoile disloquée par le trou noir a pu perdre son épaisse enveloppe d'hydrogène à un moment antérieur; peut-être lors d'une précédente interaction avec le trou noir, et qu'il ne serait resté que le cœur riche en hélium de l'étoile pour alimenter le disque d'accrétion observé.

Mais ce scénario ne pouvait expliquer à lui seul les étranges anomalies thermiques du TDE: sa température étonnamment basse et, en totale contradiction, l'abondance d'hélium ionisé, possible uniquement à haute température. Pour résoudre cette énigme, d'autres théoriciens ont postulé que le disque d'accrétion qui enserrait le trou noir de PS1-10jh n'était en réalité pas observé directement. Les astronomes auraient en fait vu un voile de gaz enveloppant le lieu du crime, beaucoup plus loin, et qui absorberait l'intense rayonnement produit par le disque d'accrétion et le réémettrait à des températures plus basses. Ce voile aurait la vertu supplémentaire d'expliquer aussi l'apparente absence d'hydrogène sans avoir recours à un scénario de TDE exotique avec une étoile au cœur riche en hélium. Avec les bonnes températures et une densité assez élevée, un tel voile pourrait potentiellement masquer la présence d'hydrogène.

Seul problème: pour qu'un tel voile de gaz explique les observations, il aurait dû être situé à une certaine distance du trou noir, distance où ce nuage de gaz aurait été instable. Avec le temps, il aurait dû soit être happé totalement par le trou noir, soit se dissiper et devenir invisible. Les origines troubles des observations de PS1-10jh font encore l'objet de débats intenses, mais se résument essentiellement à deux possibilités, toutes deux liées à la dynamique d'un trou noir en plein repas.

D'après l'une des pistes, tandis que les vestiges d'une étoile disloquée forment un disque ➤