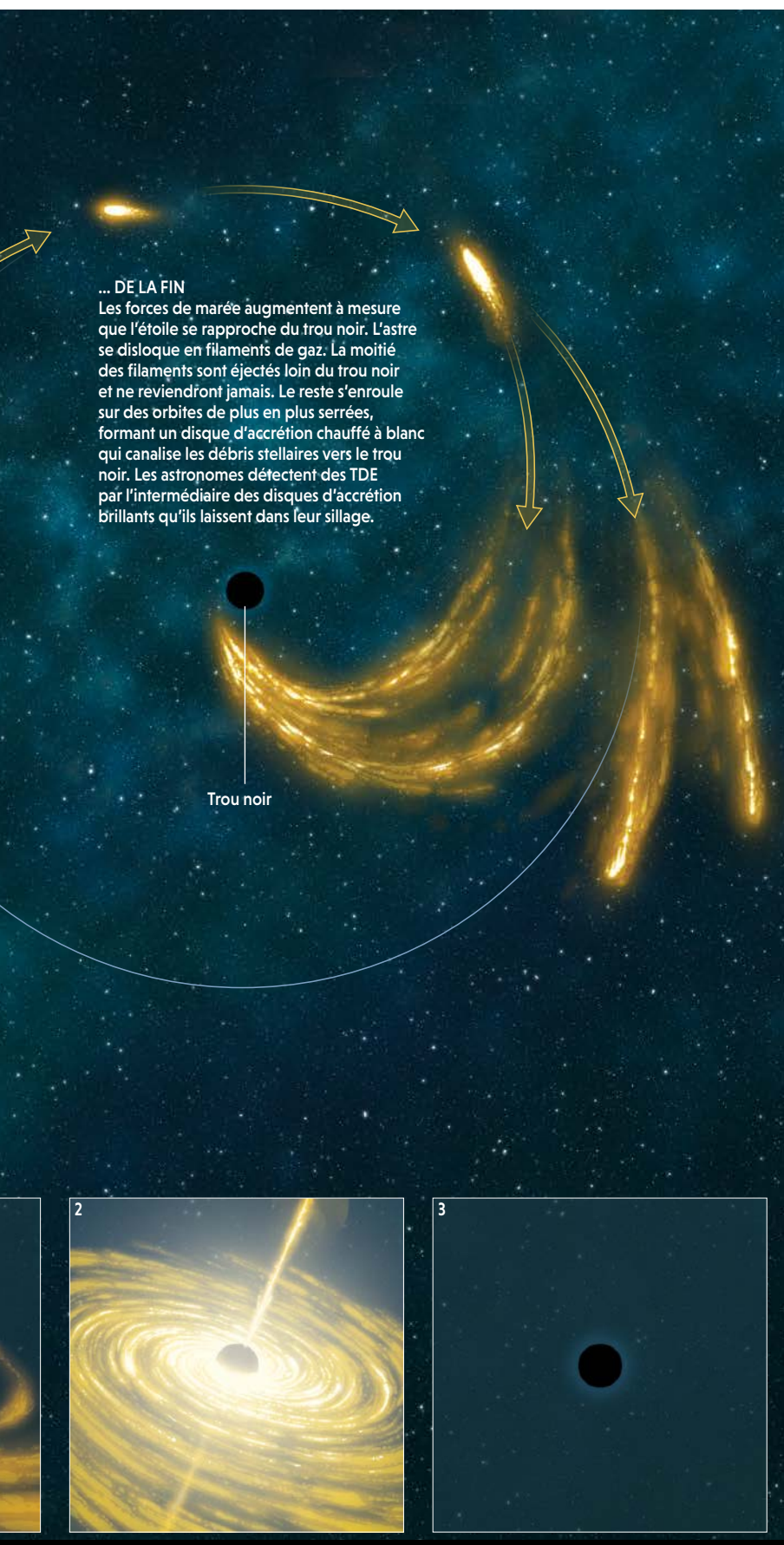




D'après les mesures détaillées du spectre électromagnétique de son rayonnement, ce TDE était beaucoup trop froid. À seulement 30000 kelvins, il était près de 8 fois plus froid que ne le prédisaient la plupart des modèles décrivant les disques d'accrétion. De plus, au lieu de disparaître progressivement 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 ➤

➤ d'accrétion, des ondes de choc s'y forment et peuvent se propager vers l'extérieur, jusqu'à bonne distance du disque. Ces ondes retardent la chute d'une partie des débris qui constituent un écran temporaire de matière, le voile qui expliquerait les observations. Autre possibilité, le disque d'accrétion du TDE nouveau-né pourrait initialement canaliser tellement de matière vers l'intérieur que cela dépasserait momentanément la capacité du trou noir à s'alimenter, formant des vents ou des écoulements transitoires dirigés vers l'extérieur aux abords du trou noir, qui auraient pour effet de repousser les débris stellaires au-delà du disque d'accrétion, à des distances bien plus grandes.

Tandis que les astronomes tentaient de comprendre PS1-10jh et les TDE qui ont été rapidement découverts par la suite, ils ont pris conscience que les événements de destruction par effet de marée étaient des processus beaucoup plus complexes que tout ce que l'on avait supposé jusque-là. Mais la plus grande surprise était encore à venir.

LES RÉVÉLATIONS CHOC DE SWIFT

Cette surprise est arrivée aux premières heures du 28 mars 2011, avec une alerte automatisée envoyée à tous les téléphones portables d'une équipe d'astronomes un peu partout dans le monde. Le satellite *Swift* venait de détecter une impulsion de lumière de haute énergie venue des profondeurs de l'espace.

Construit par la Nasa, en partenariat avec des instituts de recherche italiens et britanniques, *Swift* est un télescope spatial particulièrement adapté à l'étude d'explosions cosmiques en tous genres. Ses principales cibles sont les sursauts gamma, des explosions stellaires cataclysmiques qui sont les événements astrophysiques les plus lumineux de l'Univers. À chaque fois qu'un torrent de rayons gamma pénètre dans les capteurs de *Swift*, le télescope se réoriente rapidement pour observer la source en rayons X et en lumière visible, et déclenche une chaîne complexe d'avertissements vers la Terre. Dans les instants qui suivent une telle alerte, les astronomes se précipitent pour réquisitionner les télescopes les plus grands et les plus puissants au monde pour traquer toute « braise » d'émission rémanente associée à un sursaut gamma avant qu'il ne s'éteigne pour toujours.

Depuis son lancement en 2004, *Swift* a découvert plus de 1 000 sursauts de rayons gamma, mais cet événement-là, surnommé par la suite Swift J1644+57, allait être unique en son genre parmi toutes les observations du satellite.

Comme le suggère leur nom, les sursauts gamma ont tendance à être brefs, leur durée typique allant d'une fraction de seconde à quelques minutes. Quand nous avons braqué

nos télescopes sur Swift J1644+57 en ce matin de mars, nous nous attendions à voir l'émission rémanente classique d'un éphémère sursaut gamma.

Au lieu de cela, nous avons observé un flux intense et variable de rayons gamma qui a duré une journée entière, suivie de plusieurs mois d'émissions de rayons X, intenses mais décroissantes. Nous avons rapidement localisé l'explosion dans une galaxie distante de 3,8 milliards d'années-lumière dans la constellation du Dragon. L'un de nos collègues, Joshua Bloom, de l'université de Californie à Berkeley, a suggéré que nous avions assisté à un TDE. Mais alors que tous les TDE précédents avaient été détectés à de plus grandes longueurs d'onde, donc d'énergie plus faible, correspondant à l'émission thermique du disque d'accrétion d'une étoile déchiquetée, il s'agissait là de tout autre chose.



En moyenne, le trou noir au centre d'une galaxie telle que la Voie lactée avale une étoile tous les 100 000 ans



Comment donc un TDE pouvait-il produire des rayons gamma ? La meilleure réponse que nous pouvions proposer était que les trous noirs mangent salement ! Un trou noir dévore la majeure partie du gaz d'une étoile déchirée, l'emprisonnant pour toujours derrière un horizon des événements (la frontière à l'intérieur de laquelle l'attraction gravitationnelle du trou noir est tellement forte que même la lumière ne peut pas s'en échapper). Mais une petite partie des débris pourrait échapper à la chute.

En effet, tous les trous noirs sont probablement en rotation et ce mouvement pousserait une fraction du gaz vers les pôles du trou noir, où il serait accéléré et éjecté sous la forme d'étroits jets de particules animées de vitesses proches de celle de la lumière. Ces jets relativistes émettent des rayons gamma et X qui fendent le cosmos. *Swift* s'était apparemment trouvé pile sur la trajectoire du jet de Swift J1644+57. C'était un coup de chance : tous les TDE ne déclenchent pas de telles