

Les sursauts gamma

GERALD FISHMAN • DIETER HARTMANN

Des observations récentes de ces explosions mystérieuses font espérer que l'on en connaîtra bientôt les sources. On envisage notamment des collisions d'étoiles à neutrons.

Alfred T. Kamajian

Trois fois par jour environ, un puissant éclair de rayons gamma, invisible à l'œil mais détectable par les instruments astronomiques, illumine le ciel : chaque éclair, qui dure entre quelques secondes et quelques minutes, émet plus d'énergie que le Soleil n'en émettra au cours de sa vie de dix milliards d'années. Quelle est l'origine de ces sursauts et comment libèrent-ils tant d'énergie ? Les astrophysiciens étudient ce mystère, mais, depuis près de 30 ans, l'imprévisibilité et la fugacité du phénomène avaient pénalisé son étude : les impulsions proviennent de toutes les directions de l'espace et disparaissent rapidement sans laisser de traces.

Toutefois le 28 février 1997 sera marqué d'une pierre blanche : le satellite italien *Beppo-SAX* observa un sursaut pendant environ 80 secondes. Grâce à la précision de visée de ses détecteurs, les astronomes identifieront la position du sursaut – nommé GRB 970228 – avec une précision de quelques minutes d'angle dans la constellation d'Orion, entre les étoiles Alpha du Taureau et Gamma d'Orion. En moins de huit heures, les opérateurs du satellite, à Rome, retourneront *Beppo-SAX* afin d'observer la même région avec le télescope X du même satellite. Ils décelèrent alors une source de rayons X (un rayonnement

d'énergie inférieure à celle des rayons gamma) qui faiblissait rapidement, et déterminèrent sa position à moins d'une minute d'angle.

Jamais un sursaut n'avait été localisé si précisément, ni si rapidement. De puissants télescopes opérant dans le visible, dont les champs de vision sont étroits, purent réagir et le traquer. Des astronomes aux îles Canaries, appartenant à une équipe internationale dirigée par Jan van Paradijs, de l'Université d'Amsterdam, apprirent la détection par courrier électronique. Ils disposaient heureusement de temps d'observation sur le télescope *William Herschel* de 4,2 mètres qu'ils avaient utilisé pour rechercher d'autres sursauts. Vingt et une heures après le sursaut, ils photographièrent la région, puis renouvelèrent la prise de vue huit jours plus tard : une tache lumineuse, présente sur la première photographie, s'était évanouie.

Il y a plus. Le 13 mars, le télescope *NTT* de l'Observatoire européen austral, situé à La Silla, au Chili, visa longtemps la position déterminée par *Beppo-SAX* et y discerna une lueur diffuse. Plus tard, à l'aide du Télescope spatial *Hubble*, on y décela un point entouré d'une lueur allongée. De nombreux astrophysiciens pensent que cette lueur représente une galaxie, mais cette hypothèse est à confirmer.

S'il s'agit bien d'une galaxie, elle doit être très éloignée, près des limites de l'Univers observable. Dans ce cas, pour que la lumière parvienne jusqu'à nous, l'énergie libérée lors d'un sursaut gamma est extraordinaire.

Espoirs déçus

Cette découverte a redonné espoir aux spécialistes des sursauts gamma, encore sur le coup de deux déconvenues. En novembre 1996, le satellite *HETE*, équipé d'instruments de localisation des sursauts gamma, ne se sépara pas de sa fusée de lancement et fut perdu. Le mois suivant, la sonde russe *Mars'96*, emportant plusieurs détecteurs de rayonnement gamma, retomba dans l'océan Pacifique après un défaut de fonctionnement du moteur de la fusée de lancement. Ces engins faisaient partie d'une flotte spatiale conçue pour rechercher de manière concertée l'origine des sursauts gamma. Parmi les nouveaux satellites équipés d'instruments sensibles aux rayons gamma,

1. UN LOINTAIN SURSAUT de rayonnement atteint la Terre et les détecteurs à bord du satellite *Beppo-SAX*. Malgré son intensité extrêmement élevée, ce rayonnement ne traverse pas l'atmosphère terrestre. Toutefois, des télescopes pointés sur un sursaut gamma récent nommé GRB 970228 décelèrent une émission rémanente dans le visible qui subsista plusieurs semaines.

seul *Beppo-SAX* fut placé sur orbite, le 20 avril 1996.

Les sursauts gamma furent découverts accidentellement à la fin des années 1960 par la série de satellites *Vela*, du Département américain de la défense. Ces satellites détectives traquaient les éventuelles explosions nucléaires clandestines soviétiques dans l'espace, peut-être dissimulées derrière la Lune. À la surprise des militaires, les satellites enregistrèrent un rayonnement gamma qui n'émanait pas de la Terre, mais de l'espace. Lorsque cette découverte fut révélée au public, en 1973, les astronomes saluèrent la découverte d'un nouveau phénomène cosmique.

Après ces premières observations, les supputations sur la source des sursauts gamma abondèrent : trous noirs, supernovae, restes denses et sombres d'étoiles nommés étoiles à neutrons, etc. Toutefois, la question fondamentale demeurait : on ignorait si les sursauts naissaient à 100 années-lumière ou à plusieurs milliards d'années-

lumière de la Terre, dans une galaxie lointaine. Par conséquent, il était difficile d'estimer l'énergie des événements originels.

Des étoiles à neutrons locales ?

Au cours des années 1980, les astronomes s'accordèrent pour penser que les sursauts provenaient d'étoiles à neutrons proches, situées dans notre Galaxie. En effet, on avait observé des raies sombres dans les spectres (où le rayonnement gamma est dispersé, comme la lumière par un prisme) de certains sursauts, et les théoriciens avaient supposé que ces raies proviennent d'une émission par des électrons accélérés à des vitesses relativistes, lors de la reconnexion des lignes de champ magnétique d'une étoile à neutrons. Sur le Soleil, un phénomène similaire, quoique à des énergies moindres, déclenche les éruptions solaires.

En avril 1991, la navette spatiale *Atlantis* mit sur orbite l'Observatoire

Compton, où était embarqué un instrument d'étude des sources gamma transitoire, BATSE. En un an, BATSE infirma toutes les hypothèses. Les sursauts gamma ne se répartissaient pas le long de notre Galaxie, la Voie lactée, et ils n'émanaient pas de galaxies proches ou d'amas de galaxies. Ils se répartissaient au contraire de manière isotrope, en nombre à peu près égal dans toutes les directions du ciel (*voir la figure 6*). Cette isotropie des sources laissait toutefois le champ ouvert à de multiples possibilités, d'une origine très locale (le Système solaire), à extragalactique en passant par une origine galactique. Selon les théoriciens, dans ce dernier cas, les sursauts provenaient d'étoiles à neutrons occupant un grand halo sphérique, autour de la Galaxie.

Cependant, ce dernier modèle se heurte à une difficulté majeure : la Terre se trouve à près de 25 000 années-lumière du centre de notre Galaxie. Aussi, ce halo doit être très vaste. Pour que, de la Terre, nous voyons les étoiles

