



8. PLUSIEURS INSTRUMENTS contribuent à l'étude des sursauts gamma. Le satellite *Beppo-SAX* (à gauche), que l'on voit en cours d'assemblage, possède des détecteurs de rayons gamma et X qui se sont révélés cruciaux dans la localisation de sursauts récents. Le télescope

William Herschel (au centre), dans les îles Canaries, a photographié l'émission rémanente dans le visible de GRB 970228. En mai, l'interféromètre radio VLA à Socorro, Nouveau-Mexique, a observé pour la première fois des ondes radio provenant d'un sursaut.

nées de *Beppo-SAX*, d'*Ulysse* et de *Wind* furent utilisées pour déterminer par triangulation la position de GRB 970228 (BATSE était alors dans l'ombre de la Terre).

Cette méthode de triangulation spatiale est, pour l'instant, lente à fournir la direction du sursaut (huit heures au mieux), car il faut collecter les données provenant de satellites distants. Or, le temps est crucial pour détecter un sursaut. Aussi, Scott Barthelmy, du Centre *Goddard*, a-t-il mis au point un système nommé BACODINE (réseau BATSE de distribution de coordonnées) pour diffuser en quelques secondes la position des sursauts mesurés par BATSE à des télescopes au sol.

BATSE se compose de huit détecteurs de rayonnement gamma répartis en différents points du satellite. La comparaison de l'intensité d'un sursaut mesurée par ces détecteurs fournit en quelques secondes la position à quelques degrés près. Alors même que le sursaut a lieu, le système BACODINE le localise et transmet sa position, via le réseau *Internet*, à plusieurs dizaines de sites dans le monde. Cinq secondes plus tard, des télescopes robotisés pivotent pour observer le sursaut. Malheureusement, ces télescopes robotisés sont généralement petits, de sorte qu'ils ne peuvent détecter l'émission rémanente des sursauts. Par exemple, les petits télescopes de diamètre inférieur au mètre au Laboratoire Lawrence Livermore, n'auraient pu observer l'émission rémanente de GRB 970228 (sauf si l'émission dans le visible qui suivit le sursaut avait été plusieurs fois plus intense, comme le pensent certains théoriciens). Ainsi, des télescopes 100 fois plus sensibles sont nécessaires.

Ces télescopes de taille moyenne seront pilotés par des robots, de manière à pivoter très vite, et ils explorent de vastes étendues du ciel. S'ils découvrent une émission rémanente, ils détermineront sa position avec une relativement bonne précision, ce qui permettra aux télescopes plus puissants, comme le Télescope spatial, de rechercher une émission rémanente.

La faible émission qui a persisté après GRB 970228 montre que cette stratégie peut être payante. La mission *HETE*, dirigée par George Ricker, de l'Institut de technologie du Massachusetts, doit être reconstruite et lancée dans deux ans environ. Elle observera la totalité du ciel à l'aide de détecteurs de rayons X qui localisent des sursauts gamma à quelques minutes d'angle près. Un réseau de télescopes terrestres recevra ces positions presque immédiatement et recherchera des émissions rémanentes dans le domaine visible.

Détections multifréquences

Quelle proportion de sursauts gamma possède une émission rémanente détectable? Nous l'ignorons. Le sursaut GRB 970228 pourrait être un cas isolé. De plus, même une région du ciel de quelques minutes d'angle de diamètre contient beaucoup trop d'objets faibles pour qu'il soit facile de rechercher des contreparties. L'idéal serait de déterminer des positions précises en quelques fractions de seconde après le sursaut gamma lui-même. À cette fin, les astronomes conçoivent des télescopes d'un nouveau genre qui détermineront presque instantanément la position d'un sursaut, à quelques secondes d'angle près.

Pour affiner les modèles, nous étudierons le rayonnement à des fréquences supérieures et inférieures à celles qui sont observées aujourd'hui. Le télescope de rayonnement gamma de haute énergie EGRET, également à bord de l'Observatoire *Compton*, a détecté, pour quelques sursauts, des émissions dont l'énergie atteint 10 milliards d'électronvolts, subsistant parfois pendant plusieurs heures. Dans ce domaine des hautes énergies, on attend beaucoup du télescope gamma spatial *GLAST*, en cours de mise au point par une équipe internationale. Des photons d'énergie encore supérieure – jusqu'à 10^{12} électronvolts – pourraient être détectés par de nouveaux télescopes gamma terrestres. À l'autre extrémité du spectre, les rayons X mous, qui possèdent des énergies jusqu'à un kiloélectronvolt environ, sont utiles pour tester les modèles de sursauts, ainsi que pour mieux fixer leur position. Entre 0,1 et 10 kiloélectronvolts, il est fort possible que l'on découvre des raies d'absorption et d'émission qui nous informeraient sur la boule de feu sous-jacente ainsi que sur le champ magnétique. De telles raies pourraient aussi donner une mesure directe du décalage spectral de cette boule et, par conséquent, de sa distance. Trois équipes construisent aujourd'hui des instruments sensibles pour la détection des rayons X mous : le télescope européen *XMM* devrait être lancé en 1999 tandis que le télescope américain *AXAF* et le russe *Spectrum-X-gamma* (SXG) devraient être lancés d'ici quelques années.

Les progrès sont toutefois rapides : alors que nous finissons cet article, nous avons appris une nouvelle détection. Dans la nuit du 8 mai, les opérateurs de *Beppo-SAX* ont localisé un sursaut

d'une durée de 15 secondes. Immédiatement après, Howard Bond, de l'Institut du Télescope spatial, à Baltimore, a photographié la région au moyen du télescope optique de 0,9 mètre de Kitt Peak ; la nuit suivante, un point lumineux dans le champ s'était intensifié. D'autres télescopes confirment qu'après être passée par un maximum d'éclat le 10 mai, la source faiblissait. C'est la première fois qu'on observe un sursaut dont l'image dans le visible croît vers un maximum – lequel, étonnamment, s'est produit quelques jours après le pic gamma.

Pour la première fois également, l'interféromètre radio VLA, au Nouveau-Mexique, a détecté des ondes radio provenant de la contrepartie du sursaut. Plus étonnant encore, le spectre principalement bleu de ce sursaut, analysé le 11 mai avec le télescope *Keck II* de Hawaïi, contenait quelques raies d'absorption dues au fer et au magnésium d'un nuage situé entre la source et la Terre. Le décalage spectral de ces raies indique que la source se situerait à plus de sept milliards d'années-lumière. Si cette interprétation est confirmée, elle établira définitivement que les sursauts gamma se produisent à des distances cosmologiques. Peu de temps s'écoulera alors avant que nous puissions préciser quel événement catastrophique a déclenché ce sursaut.

Gerald FISHMAN, de la NASA, est le responsable principal de l'instrument BATSE. Dieter HARTMANN est astrophysicien théoricien à l'Université Clemson, en Caroline du Sud.

Jacques PAUL et Philippe LAURENT, *Astronomie gamma spatiale*, Gordon & Breach, 1997.

D. KNIFFEN, *The Gamma-Ray Universe*, in *American Scientist*, vol. 81, n° 4, pp. 342-350, juillet 1993.

Les trous noirs, dossier *Pour la Science*, 1997.

Neil GEHRELS, Carl E. FICHTEL, Gerald J. FISHMAN, James D. KURFESS et Volker SCHÖNFELDER, *L'observatoire Compton*, in *Pour la Science*, février 1994.

G.J. FISHMAN et C.A. MEEGAN, *Gamma Ray Bursts*, in *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 33, pp. 415-458, 1995.

La page d'accueil de la mission *Beppo-SAX* est sur le site de *Pour la Science* : <http://www.pourlascience.com>
