



Avishay GAL-YAM est directeur de recherche à l'Institut Weizmann de Rehovot, en Israël.

plus de trois fois plus loin, à environ 200 millions d'années-lumière. Pour que nous puissions repérer le précurseur de SN 2005gl dans les images de *Hubble*, il aurait fallu que cette étoile soit parmi les plus lumineuses jamais observées.

Les chances de succès étaient faibles, mais notre pari fut payant. Après avoir mesuré la position de SN 2005gl avec les données du *Keck*, nous avons examiné la position correspondante sur les images prises par *Hubble* avant l'explosion, et nous avons vu quelque chose qui ressemblait à une étoile, sans en avoir la certitude. Si c'était une étoile unique, sa luminosité, de l'ordre de un million de fois celle du Soleil, suggérait qu'elle atteignait 100 masses solaires. Cependant, comme il était généralement admis qu'un tel poids lourd ne pouvait pas exploser, il était beaucoup plus vraisemblable que le point lumineux corresponde à un groupe non résolu d'étoiles plus petites. Les données ne pouvaient pas exclure cette possibilité.

Trop lumineuse pour être normale

Les choses en étaient là quand une découverte surprenante, en 2006, m'a conduit à penser que non seulement les étoiles géantes pouvaient exploser en supernovae, mais également que cela se déroulait d'une façon étonnante.

Par une nuit couverte au *Keck*, une brève accalmie a laissé entrevoir quelques étoiles. Faute de mieux, j'ai décidé d'observer la supernova la plus brillante du moment, un événement d'une intensité inhabituelle dénommé SN2006gy, découverte huit jours plus tôt par Robert Quimby, de l'Université du Texas, à l'aide d'un petit télescope. J'ai pu l'observer pendant 15 minutes avant que la trouée dans les nuages ne se referme définitivement.

L'analyse des données que j'avais obtenues par l'équipe de Eran Ofek, du *Caltech*, a révélé que SN2006gy était la supernova la plus brillante jamais repérée jusqu'alors. Une étude indépendante conduite par Nathan Smith, alors à l'Université de Californie à Berkeley, est parvenue à une conclusion analogue.

Aucun des types de supernova que nous connaissions n'était capable de dégager une telle luminosité. SN2006gy se trouvait dans une galaxie que *Hubble* n'avait pas observée, si bien que nous n'avions aucun moyen d'étudier l'étoile progéni-

trice. Mais à en juger par la violence de l'explosion, cet astre faisait au moins 100 masses solaires.

Nous avons envisagé plusieurs explications possibles. Deux étaient moins improbables que les autres. Selon la première, la luminosité extrême est due au rayonnement thermique de l'onde de choc formée lorsque les débris éjectés par l'explosion ont rattrapé le vent stellaire précédemment émis par l'étoile, plus lent.

La seconde explication fait intervenir la radioactivité. Durant l'explosion d'une étoile massive en supernova, l'énergie et la quantité colossale de neutrons dégagés entraînent la synthèse d'éléments plus lourds que le fer (les éléments plus légers sont créés par les réactions de fusion dans le cœur durant la vie de l'étoile). Ces nouveaux éléments sont, pour l'essentiel, synthétisés sous forme d'isotopes radioactifs riches en neutrons, qui se désintègrent ensuite en isotopes plus stables. L'explosion géante à l'origine de SN2006gy a peut-être synthétisé une énorme quantité de matériau radioactif, dont la désintégration aurait injecté de l'énergie dans le nuage de débris en expansion, le faisant ainsi rayonner par fluorescence. Mais comment expliquer l'énorme quantité de matériau radioactif nécessaire à ce scénario ?

Pour creuser cette dernière piste, nous avons passé en revue les travaux théoriques. Dans une série d'articles écrits à la fin des années 1960, un trio de jeunes astrophysiciens, Gideon Rakavy, Giora Shaviv et Zalman Barkat, avait proposé un nouveau mécanisme d'explosion stellaire.

Les étoiles brillent parce que leur cœur est suffisamment dense et chaud pour que les atomes y fusionnent en libérant de l'énergie. C'est cette énergie qui s'oppose à l'autogravité de l'étoile et la maintient en équilibre. La masse initiale contrôle l'essentiel de la physique et de l'évolution d'une étoile. Celle-ci passe par des phases stables au cours desquelles les éléments du cœur fusionnent en éléments plus lourds – phases qui peuvent durer des milliers, voire des milliards d'années, selon la façon dont la combustion agit sur la température et la pression du cœur – entrecoupées de brèves périodes de contraction du cœur.

L'hydrogène initial fusionne ainsi en hélium, qui est ensuite converti en carbone, qui devient lui-même de l'oxygène, donnant progressivement à l'étoile une structure en couches concentriques (« en pelure

✓ BIBLIOGRAPHIE

A. Gal-Yam *et al.*, Supernova 2007bi as a pair-instability explosion, *Nature*, vol. 462, pp. 624-627, 2009.

A. Gal-Yam et D. C. Leonard, A massive hypergiant star as the progenitor of the supernova SN 2005gl, *Nature*, vol. 458, pp. 865-867, 2009.

M. Heydari-Malayeri, L'énigmatique formation des étoiles massives, *Pour la Science*, n° 359, septembre 2007.
<http://bit.ly/359-etoiles-massives>

W. Hillebrandt *et al.*, Supernovae : des explosions énigmatiques, *Pour la Science*, n° 336, octobre 2005.
<http://bit.ly/336-supernovae>

R. Larson et V. Bromm, Les premières étoiles de l'Univers, *Pour la Science*, n° 293, mars 2002.