

GRAIN DE SCIENCE

Les sursauts Gamma, au loin dans l'Univers

Chaque mois, retrouvez une chronique consacrée aux sciences, et animée par Michel Boër, directeur de l'Observatoire de Haute-Provence et chercheur au CNRS. Découvrez une curiosité scientifique ou technique, ou tout simplement une réflexion de son auteur. Cette chronique peut également traiter d'un événement marquant, comme un colloque ou une rencontre avec une personnalité.

Je me rends compte que depuis que je tiens cette chronique dans ces honorables colonnes, je ne vous ai toujours pas entretenu de mon propre sujet de recherches : il est temps de combler cette grave lacune, ce que je fais derechef.

Tout a démarré sur notre Terre bien malade durant la guerre froide. Dans ce contexte trouble, les deux superpuissances signèrent les premiers accords de non prolifération en 1963 et 1968.

Signer un traité c'est bien, mais comment vérifier son application ? Les Américains décidèrent de lancer une série de satellites, appelés Vela, capables de détecter les flashes de rayons gamma générés par des essais atmosphériques. En 1969, les satellites Vela 5A et 5B détectèrent des émissions gamma qui furent localisés en dehors du système solaire : les sursauts gamma étaient nés.

Confidentielle car militaire à l'origine, l'information fut publiée en 1973 et fit l'effet d'une bombe dans le milieu scientifique. Des centaines de théories ont été publiées sur le sujet, qu'elles fassent appel à des objets connus ou à de la nouvelle physique.

Ces sources brillent quelques secondes seulement dans le ciel et on ne connaissait pas leur distance. En 1989, grâce à l'expérience américaine BATSE, on se rendit compte qu'elles ne pouvaient se situer qu'à des distances de plusieurs millions ou milliards d'années-lumière, toujours sans pouvoir dire exactement combien.

En 1997, nouvelle révélation : le satellite Italien BeppoSAX détecta l'une de ces sources avec suffisamment de précision pour qu'il puisse pointer rapidement ses instruments en rayons X, mais aussi les plus grands télescopes sur Terre. On découvrit que le flash gamma était accompagné d'une émission en rayons X, en lumière visible, et même en ondes radio qui décroissait régulièrement pour disparaître complètement au bout d'une semaine environ.

Grâce aux techniques de la spectroscopie, il fut possible d'en mesurer la distance : le sursaut le plus lointain connu est situé à 13 milliards d'années lumières, et a donc explosé alors que l'Univers n'était âgé que de 600 millions d'années.

Connaissant la distance, on peut calculer l'énergie émise par la source qui est colossale : ce serait celle qu'émettrait le Soleil si toute sa masse se trouvait soudainement convertie en énergie, suivant la célèbre formule $E = mc^2$: problème, on ne connaît pas de mécanisme capable de relâcher une telle énergie en si peu de temps.

Afin d'expliquer cette luminosité, on pense qu'au lieu d'être émise dans toutes les directions, des jets se forment qui focalisent l'explosion dans un angle réduit, un peu comme le pinceau de lumière d'un phare.

L'origine des sursauts gamma fait encore débat. Deux hypothèses tiennent la corde : dans la première, on fait appel à



Vue d'artiste d'un sursaut gamma qui explose en émettant deux jets pratiquement à la vitesse de la lumière ; ils vont interagir avec l'environnement, provoquant des chocs et l'intense lumière que nous détectons. (photo : NASA/Swift/Mary Pat Hrybyk-Keith and John Jones)

une étoile très massive, par exemple cinquante fois la masse du Soleil ; celle-ci va brûler très rapidement son hydrogène, en quelques dizaines de millions d'années, alors que notre Soleil durera environ dix milliards d'années. Les éléments plus lourds seront synthétisés et brûlés encore plus vite, et à la fin le cœur de l'étoile devenant stérile, il s'effondrera sous l'effet de l'intense gravité pour devenir directement un trou noir, un de ces objets si denses que même la lumière ne peut s'en échapper : imaginez la masse du Soleil dans seulement six kilomètres de diamètre, entre Manosque et Pierrevet.

L'étoile va littéralement imploser : lors de ce collapse, une fraction de la matière va être canalisée vers les pôles pour être éjectée sous forme de deux pinceaux lancés à la vitesse de la lumière qui vont produire l'intense luminosité que nous voyons.

Encore beaucoup à apprendre

Autre scénario : deux résidus d'étoiles massives encore, mais cette fois-ci ce que l'on appelle des étoiles à neutrons, c'est-à-dire des objets qui concentrent la masse du Soleil dans 20 km de diamètre, la distance de Forcalquier à Manosque. Ces étoiles tournent l'une autour de l'autre, en se rapprochant inexorablement car elles émettent du rayonnement gravitationnel, un effet prédit, et vérifié, de la théorie de la relativité générale. Au bout de quelques centaines de millions d'années, un temps court à l'échelle cosmique, les étoiles vont se rapprocher suffisamment pour se briser et fusionner dans une gigantesque explosion, provoquant le sursaut gamma et ses jets. Les sursauts sont importants ; sans doute s'agit-il des toutes premières générations d'étoiles, constituées essentiellement d'hydrogène, qui ont contribué à fabriquer les éléments plus lourds dont nous sommes faits.

Pendant un bref instant, leur luminosité terrifiante illumine la matière située entre eux et nous, révélant le contenu de l'Univers dans sa jeunesse.

En leur sein, la matière est dans des états extrêmes : ils permettent d'explorer les frontières de la physique. Dans une chronique précédente (HPI n°3, 21 janvier 2011) j'ai déjà écrit qu'ils étaient de bons candidats pour la détection de ces particules évasives que l'on appelle les neutrinos et les ondes gravitationnelles.

Certains auteurs ont fait appel à eux pour expliquer, mais avec peu de preuves, quelques-unes des grandes extinctions qu'à connues la Terre. En effet, si l'un d'eux explosait dans notre galaxie, avec les jets dirigés vers nous, l'essentiel de la vie disparaîtrait sur terre ; elle subsisterait dans la mer, protégée des rayons gamma par l'eau.

Si le rédacteur en chef m'y autorisait, je pourrais remplir un numéro entier avec les sursauts gamma tant le sujet est fascinant.

On ne comprend toujours pas bien les sursauts gamma cosmiques. Ils restent l'un des sujets les plus actuels, les plus controversés, et les plus énigmatiques de la science, montrant que nous avons encore bien des choses à apprendre.

Michel BOËR

Pour en savoir plus : De nombreux articles sur les sursauts gamma ont été publiés sur les sites web, souvent fantaisistes, y compris s'ils émanent d'institutions respectables qui clament régulièrement avoir « résolu le problème des sursauts gamma ».

On peut regarder Wikipédia : http://fr.wikipedia.org/wiki/Sursaut_gamma

Les journaux comme Ciel et Espace, La Recherche et Pour la Science présentent souvent des articles bien documentés.

Pour les anglophones, le site de la NASA contient beaucoup de communiqués de presse, et une documentation interactive :

http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_t1/bursts.html