



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Genève | 11 décembre 2012

LES 10 ANS DU SATELLITE INTEGRAL: BILAN ET DÉCOUVERTES

L'Université de Genève a présenté aujourd'hui les résultats de la mission INTEGRAL de l'Agence spatiale européenne

Le satellite astronomique européen INTEGRAL a été lancé en 2002 depuis le centre spatial de Baïkonour, au Kazakhstan, puis placé en orbite pour étudier les rayons gamma émis par des sources telles que les trous noirs, les étoiles à neutrons et les supernovae. Au terme de 10 ans d'activité, les astrophysiciens ont récolté de nombreuses données et fait d'étonnantes découvertes qui contribuent à une meilleure compréhension de l'univers. L'Université de Genève (UNIGE) joue un rôle clef dans cette mission de l'Agence spatiale européenne. Son institut ISDC (Data centre for astrophysics) est, en effet, responsable du traitement, de l'analyse, de l'archivage et de la distribution de toutes les observations du satellite. Les résultats de la mission ont été présentés aujourd'hui à l'occasion d'une conférence de presse.

Comprendre les trous noirs et les étoiles à neutrons

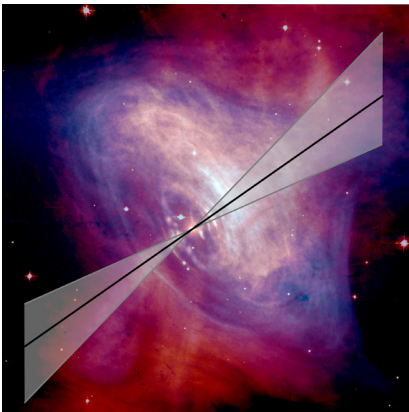
Alors que le soleil brille essentiellement en lumière visible, les étoiles les plus massives émettent davantage d'ultraviolets et celles de plus petite masse ainsi que les planètes brillent surtout en lumière infrarouge. Il existe aussi des astres qui émettent principalement des rayons X et gamma. Ces rayonnements extrêmes sont émis par du plasma (gaz très chaud) tournoyant à des vitesses proches de la vitesse de la lumière autour de trous noirs et d'étoiles à neutrons. Cette matière a été arrachée à une étoile normale en orbite autour de l'un de ces astres ultra-denses. On appelle ces couples stellaires des binaires X.

INTEGRAL a permis de découvrir des centaines de binaires X dans notre galaxie grâce à un grand champ d'ouverture ($\sim 30^\circ$), permettant d'analyser de nombreuses sources simultanément, et à sa capacité à observer le ciel dans une gamme de rayons X plus énergétiques, s'affranchissant ainsi de l'absorption du gaz interstellaire. Le satellite a par ailleurs détecté une nouvelle classe de binaires X: des systèmes enfouis dans un cocon de gaz qui les rendent très difficilement observables aux rayons X de faible énergie. Ces binaires X offrent une possibilité unique d'étudier la matière exposée aux conditions extrêmes que l'on rencontre aux abords des trous noirs et des étoiles à neutrons. En découvrant des centaines de nouvelles binaires X, INTEGRAL offre ainsi une palette d'outils pour appréhender les propriétés des astres ultra-denses que sont les trous noirs et les étoiles à neutrons.

De l'anti-matière révélée aux rayons gamma?

A chaque type de particule fondamentale (électron, proton, neutron, etc.) correspond une anti-particule avec exactement la même masse, mais des propriétés opposées. A l'électron qui a une charge électrique négative correspond, par exemple, un anti-électron avec une charge positive, appelé positron. Lorsqu'un électron rencontre un positron, les deux particules s'annihilent mutuellement en produisant une paire de photons gamma qui ont tous les deux exactement la même énergie.

INTEGRAL a non seulement permis d'identifier les photons gamma



Le vent de particule généré par le pulsar du Crabe émet des photons très énergétiques. INTEGRAL a mesuré la polarisation de cette émission indiquant la présence d'un jet de particules éjecté le long de l'axe de rotation du pulsar.

Crédit: NASA/ESA

qui proviennent de l'annihilation d'électrons et de positrons mais également de localiser et cartographier très précisément la région d'émission qui se situe dans les régions centrales de notre galaxie. Ces données fournissent des indices quant à l'origine de ces anti-particules. Si la source de ces positrons demeure un mystère, plusieurs hypothèses ont été formulées, notamment les supernovae, les étoiles binaires X et même un certain type de matière noire. Grâce au rayonnement gamma observé, les chercheurs ont découvert que ce sont 10 milliards de tonnes d'anti-matière qui disparaissent chaque seconde.

Le mystère des variations d'intensité extrême

Tandis que l'intensité du soleil et de la plupart des autres étoiles reste stable sur des milliers d'années, celle des astres émettant du rayonnement X et gamma est presque toujours variable puisque leur intensité augmente ou diminue à des rythmes différents. Les plus extrêmes de ces sources peuvent devenir mille fois plus lumineuses en seulement quelques heures. On appelle ces sursauts d'émission des *Supergiant Fast X-ray Transients* (SFXT). Ce sont des binaires X composées d'une étoile bleue super-géante autour de laquelle gravite une étoile à neutrons ou un trou noir.

En découvrant plusieurs nouvelles SFXT au moment de leur intense, mais courte, période d'activité, INTEGRAL a ainsi doublé le nombre de ces sources connues et étudié leurs caractéristiques avec une grande précision. Des questions restent néanmoins en suspens et le mystère autour de ces variations d'intensité extrême demeure. Est-ce un soubresaut de l'étoile super-géante bleue qui amène tout à coup beaucoup plus de matière sur l'astre compact? Ou y-a-t-il un processus, lié au champ magnétique autour de l'objet compact, qui fait obstacle à l'apport de matière, sauf en de rares occasions quand la barrière cède brusquement laissant arriver un torrent de gaz émettant du rayonnement X avant de se refermer? L'observation rigoureuse de ces rares SFXT permet de sonder de l'intérieur la structure du vent de particules émis par les étoiles super-géantes et de continuer d'avancer vers une meilleure compréhension de ces phénomènes.

Détection de l'émission gamma de la supernova de 1987

Une supernova est l'explosion d'une étoile ayant une masse d'environ 10 fois ou plus celle du soleil. L'explosion survient lorsque le réacteur nucléaire au coeur de l'étoile cesse de fonctionner faute de "carburant". Le noyau de l'étoile s'effondre alors en étoile à neutrons ou en trou noir tandis que le reste de l'étoile est soufflé par l'explosion.

La supernova de 1987, notée SN 1987A, a été la première supernova visible à l'oeil nu depuis que l'astronome Johannes Kepler a observé une supernova dans notre galaxie en l'an 1604. Située dans le Grand Nuage de Magellan, une petite galaxie voisine en orbite autour de la Voie Lactée, cet événement est le sujet de nombreuses observations depuis 25 ans.

INTEGRAL a détecté l'émission gamma de SN 1987A provenant de la désintégration de titane radioactif. Il s'agit de l'isotope titane-44, noté ^{44}Ti , dont le noyau atomique se désintègre avec un demi-temps de vie de 85 ans. La détection de cette émission relève de la prouesse technique et a nécessité une quarantaine de jours d'observations.

L'onde de choc qui traverse l'étoile de l'intérieur vers l'extérieur comprime la matière et génère ainsi la formation d'éléments chimiques tels que le fer, l'or ou le plomb. La plupart d'entre eux sont radioactifs et vont se désexciter en émettant du rayonnement gamma. Si le milieu est trop dense, ce rayonnement ne s'échappe pas directement, mais chauffe les éjectas de la supernova et la fait briller. D'après les modèles théoriques et les observations, la lumière de la supernova – brillante comme des milliard d'étoiles – serait due au nickel-56, qui se désintègre en cobalt-56 en quelques jours avant de se désintégrer lui-même en fer-56 les mois suivants. Sur des échelles de temps de

plusieurs dizaines d'années, ce serait le ^{44}Ti qui produirait la majeure partie de l'émission. Les observations d'INTEGRAL ont permis de confirmer cette hypothèse et suggère que la masse de ^{44}Ti produite lors de l'explosion est plus importante que prévue par la plupart des modèles théoriques. La mesure de la quantité de ^{44}Ti est l'une des rares observations directes permettant aux astronomes de contraindre ces modèles extrêmement complexes aux multiples paramètres incertains.

Le plus grand flash de rayonnement jamais détecté

Lors d'une explosion d'étoile massive en supernova, le noyau de l'étoile s'effondre sur lui-même en formant une étoile à neutrons. Ces noyaux sont donc extrêmement denses et concentrent non seulement la matière mais aussi la rotation et le champ magnétique du cœur de l'étoile. Les étoiles à neutrons ont une taille de seulement 20 km environ; elles peuvent tourner plusieurs fois par secondes sur elles-mêmes et ont un champ magnétique des milliers de milliard de fois plus intense que le champ terrestre qui oriente l'aiguille des boussoles. Certaines étoiles à neutrons, qu'on appelle les «magnétars», ont même un champ magnétique encore 1000 fois plus intense. Le rayonnement des étoiles à neutrons est lié à leur pôles magnétiques et, avec la rotation, la lumière de l'étoile clignote comme un gyrophare. On appelle ces étoiles à neutrons pulsantes des "pulsars".

INTEGRAL a étudié plusieurs pulsars émettant du rayonnement X. Il a détecté, dans certains d'entre eux, la présence d'une émission pulsée avec une forte composante aux plus hautes énergies (rayons X à quelques dizaines de keV). On a catégorisé ces astres des "pulsars X anormaux" et leur propriété suggère un très fort champ magnétique avec des valeurs typiques pour des magnétars. La densité et le champ magnétique extrêmes des magnétars dépassent de très loin tout ce que l'homme peut générer en laboratoire. Les rares pulsars X anormaux offrent donc une possibilité d'étudier la matière dans des conditions à la limite de l'intenable. Un peu plus de masse et l'étoile à neutrons implose en formant un trou noir. Un peu plus de champ magnétique et l'astre émet dans l'espace une gerbe de rayons gamma comme celle détectée par INTEGRAL le 27 décembre 2004. Plus brillant que la pleine lune, mais invisible pour nos yeux, ce fut le plus grand flash de rayonnement jamais détecté au-delà de notre système solaire. Il fut émis par un magnétar, nommé SGR 1806-20, situé derrière le centre de notre galaxie, à environ 50 000 années-lumière de la Terre. Le même phénomène beaucoup plus proche de nous aurait eu des effets bien plus dramatiques pour l'atmosphère terrestre.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
Service de communication
24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4
Tél. 022 379 77 17
media@unige.ch
www.unige.ch

Visuels disponibles:

<http://www.isdc.unige.ch/integral/gallery.cgi?SCIENCE>

<http://www.isdc.unige.ch/integral/gallery.cgi?INTEGRAL>

<http://www.isdc.unige.ch/integral/gallery.cgi?LAUNCH>

contact

Thierry Courvoisier

022 379 21 01

thierry.courvoisier@unige.ch

Marc Türler

022 379 21 45

marc.turler@unige.ch