




[Version anglaise](#)

Coup de semonce pour un cataclysme

Une rare explosion d'étoile précédée d'un flash lumineux (14 juin 2007)

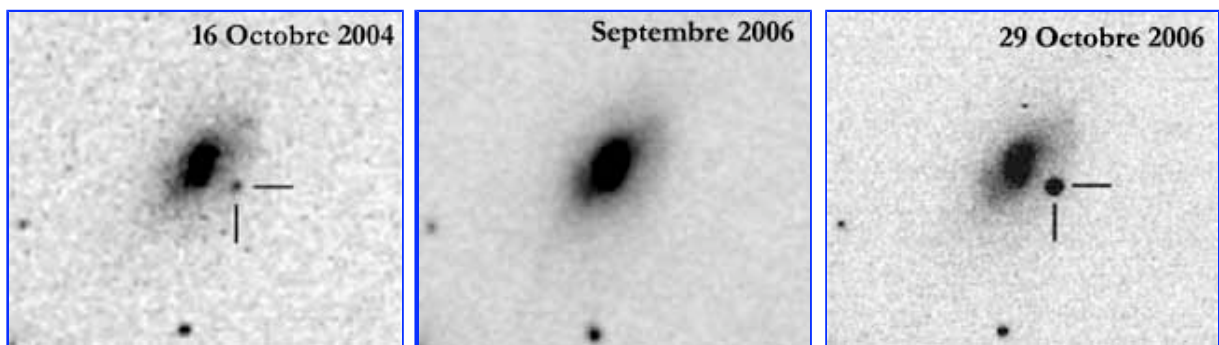


Une équipe d'astrophysiciens européens, japonais et chinois, à laquelle ont participé des laboratoires du [CEA \(Dapnia/SAp\)](#) et [CNRS \(INSU\) \[1\]](#) vient de découvrir une des plus étranges explosions d'étoiles jamais observées. Cette explosion est survenue le 9 octobre 2006 dans une galaxie lointaine située à plus de 80 millions d'années-lumière et a été suivie pendant plus de soixante jours par huit télescopes différents en Europe, Chine et Japon. Les observations ont montré que l'astre qui s'est désintégré était une étoile massive, de 15 à 25 fois la masse du Soleil, sans doute constituée uniquement de carbone et d'oxygène. Ce cataclysme rare a été précédé tout juste deux ans auparavant par un bref flash lumineux. Ce signal avant-coureur, observé pour la première fois, offre aux astronomes l'espoir de "prédire" les explosions et d'observer des étoiles juste avant les tous derniers instants de leur existence. Ces résultats sont publiés dans [la revue Nature](#) du 14 juin 2007.

 Images	Images		Interview de J.M. Bonnet-Bidaud avec Ciel&Espace Radio	 Video-Animation (fichier MOV 13Mo)
--	------------------------	--	--	--

Mort d'une étoile en direct.

La découverte a été le fruit d'une étroite collaboration entre astronomes professionnels et amateurs. Tout a commencé le 14 octobre 2004 quand l'astronome amateur japonais Koichi Itagaki, grâce à un petit télescope de 60 cm de diamètre, a repéré un objet brillant dans la galaxie UGC4904 dans la constellation du Lynx. Au début, il cru assister à la naissance d'une "supernova", phénomène lumineux qui accompagne la destruction d'une étoile en fin de vie, mais au lieu de s'amplifier et durer plus d'un mois l'objet disparu à nouveau au bout de quelques jours seulement. L'événement fut donc considéré comme un flash lumineux transitoire, phénomène parfois observé parmi les étoiles massives très bleues ou LBV (pour Luminous Blue Variables), lorsqu'elles se débarrassent violemment de leurs couches les plus externes.



Photographie de la galaxie UGC4904 à trois époques différentes. En octobre 2004, un objet lumineux fait son apparition dans la partie extérieure à peine visible de la galaxie durant quelques jours puis disparaît. En septembre 2006, il est toujours absent. Le 9 octobre 2006, il devient aussi lumineux que le centre de la galaxie, émettant plus de lumière qu'un milliards d'étoiles. La supernova, baptisée SN2006jc, atteindra une magnitude apparente maximale de 14 avant de lentement décroître. Sur l'image du 29 octobre, elle est encore de 15.65. Il s'agit d'un cas unique d'une explosion d'étoile précédée par un flash lumineux deux ans auparavant. Cliquer pour

agrandir.

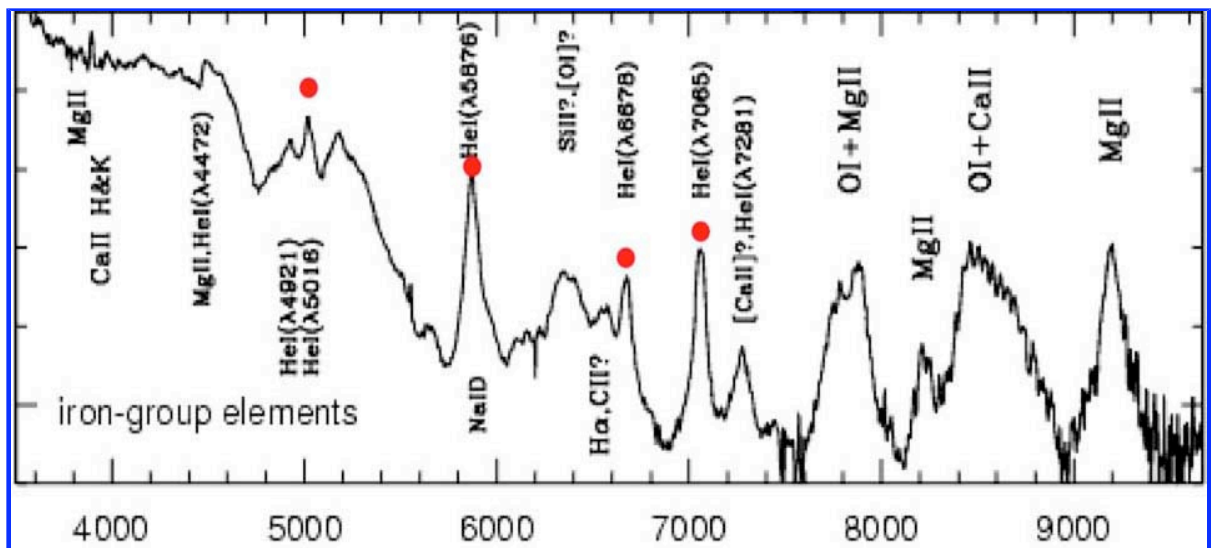
Alors que les astronomes professionnels oubliaient l'évènement de 2004, l'amateur Itagaki continuait soigneusement sa surveillance de l'objet. Deux ans après, le 9 octobre 2006, à exactement 18h03 Temps Universel, il signale au même endroit une nouvelle apparition mais cette fois-ci l'objet est plusieurs dizaines de fois plus lumineux. Un consortium européen-asiatique dirigé par Andrea Pastorello du [Centre d'Astrophysique de l'université de Belfast \(UK\)](#) est alors averti et une batterie de télescopes [2] est mobilisée.

Les premières observations obtenues à [l'Observatoire de La Palma \(Espagne\)](#) révèlent une explosion exceptionnelle. En effet dans la lumière émise, il n'existe aucune trace d'hydrogène ou d'hélium, les éléments les plus abondants dans les étoiles. Ce n'est qu'une dizaine de jours plus tard que, dans le spectre de l'étoile (la répartition de la lumière en fonction de l'énergie), apparaissent enfin les premières traces d'hélium.

"J'étais au télescope de l'observatoire de Haute-Provence pour un autre programme lorsque j'ai été alerté et j'ai alors observé la supernova dans le cadre de la collaboration française. Je n'avais vu un spectre pareil. il était impossible d'identifier les éléments chimiques habituels. On a finalement réalisé qu'on avait sous les yeux des raies d'oxygène, magnésium, calcium, très larges à cause des grandes vitesses produites par l'explosion. Les quelques raies d'hélium étaient au contraire étroites et ne pouvaient provenir de la même région" se rappelle Jean-Marc Bonnet-Bidaud du [Service d'Astrophysique \(SAP\)](#) du CEA.

Coeur d'étoile massif

Des observations sur près de trois mois vont confirmer ces particularités. La supernova baptisée SN2006jc (d'après son numéro d'ordre, la 263e découverte dans l'année [2]), a atteint une luminosité maximale caractéristique des plus fortes explosions d'étoiles, plus d'un milliard de fois celle du Soleil. Les astronomes ont l'habitude de classer ces explosions dans deux grandes catégories les supernovae de type I ou II qui recouvrent deux types de phénomènes totalement différents. Les types I signalent la désintégration d'une petite étoile compacte, une naine blanche, rendue instable par une accumulation de matière venant d'un compagnon. Les types II marquent au contraire l'explosion d'une étoile massive. Dans le premier cas, on observe dans l'explosion très peu d'hydrogène et d'hélium, dans le deuxième au contraire ces deux éléments dominent. SN2006jc tombe entre les deux. A défaut de mieux, elle a été cataloguée dans une nouvelle catégorie Ib.



Le spectre de la supernova SN2006jc. La répartition de la lumière en fonction de la longueur d'onde (ici en angströms) montre l'absence totale d'hydrogène. Seules quelques raies "étroites" d'hélium sont visibles (points rouges). Toutes les autres raies identifiées sont celles d'éléments chimiques "évolus" (oxygène, magnésium,...), provenant du coeur de l'étoile.

Selon A. Pastorello: "SN2006jc n'est absolument pas une supernova classique. Elle est similaire à quelques très rares cas découverts tout récemment comme SN1999cq ou SN2002ao. La rareté de ces évènements est sans doute due à la masse élevée de l'étoile. Selon nos calculs, il s'agit très

probablement d'une étoile de 60 à 100 masses solaires qui a perdu une grande quantité de masse auparavant. C'est alors seulement la partie centrale, un cœur de carbone et d'oxygène de 15 à 25 masses solaires qui explose. La majorité des éléments de l'explosion proviennent ainsi du cœur de l'étoile tandis que l'hélium n'est présent qu'autour, dans la matière perdue antérieurement". Ce scénario semble confirmé par des observations indépendantes des satellites Swift et Chandra qui suggère que l'onde de choc de l'explosion est venu illuminer l'enveloppe extérieure produisant une émission de rayons X.

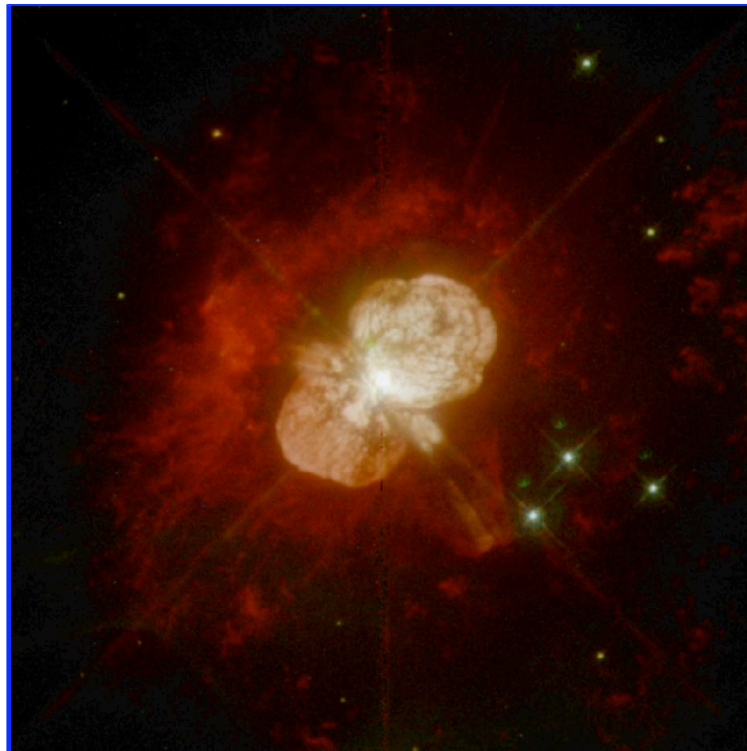
Signal d'alarme

Reste encore à comprendre le signal d'alarme déclenché deux ans auparavant. Un peu comme pour les tremblements de terre, les scientifiques connaissent très peu d'événements avant-coureurs capables de leur indiquer l'imminence d'une explosion d'étoile. Depuis quelques années on a découvert que certaines étoiles massives émettaient une brève et puissante impulsion de rayons gamma, les célèbres "sursauts gamma" mais ce très bref éclair intervient tout juste au début même de l'explosion, laissant trop peu de temps aux astronomes.

Dans le cas de SN2006jc, la première augmentation lumineuse est intervenue deux ans plus tôt et semble identique à ce qui est observé autour des LBV, ces étoiles bleues très massives, mais qui possèdent encore toute leur enveloppe d'hydrogène et d'hélium. A-t-on assisté alors à un dernier épisode de perte de masse qui a brutalement dépouillé une LBV de son enveloppe ? Aucune théorie d'évolution ne semble l'autoriser en un temps si court. Il pourrait s'agir également d'une convulsion du cœur même de l'étoile, un phénomène jamais observé auparavant. Les chercheurs considèrent aussi une alternative possible. L'étoile pourrait être un couple, l'une aurait explosé tandis que la seconde serait une LBV responsable du flash. Pour l'instant, ils espèrent pouvoir bientôt utiliser le télescope spatial Hubble pour rechercher cette deuxième étoile qui aurait alors survécu.

Ces observations ont mis en lumière l'efficacité de la collaboration entre amateurs et professionnels et l'importance des télescopes de petite et moyenne dimensions, facilement disponibles et qui peuvent être mobilisés rapidement et pendant des périodes continues.

La supernova SN2006jc ouvre des horizons nouveaux pour prédire les explosions d'étoiles massives. Jusqu'ici, il était impossible de déterminer l'imminence d'une explosion. Un des LBV proches est l'étoile Eta-Carina qui est célèbre pour son augmentation de luminosité qui l'a rendu la deuxième étoile la plus brillante du ciel en 1843. Aujourd'hui elle est redevenue invisible à l'œil nu. Un prochain sursaut lumineux pourrait signaler une explosion imminente définitive.



L'étoile Eta-Carina, photographiée ici par le Telescope Spatial Hubble pourrait être un exemple proche similaire à SN2006jc. Située à environ 8 000 années-lumière, l'étoile est très massive, sans doute plus de 100 fois la masse du Soleil, peut être double et sans doute très proche d'une explosion imminente. Crédits NASA/Hubble



[Version imprimable \(PDF\)](#)

Contact : [Jean-Marc BONNET-BIDAUD](#)

Publication :

" A giant outburst two years before the core-collapse of a massive star"

A. Pastorello, S. J. Smartt, S. Mattila, J. J. Eldridge, D. Young, K. Itagaki, H. Yamaoka, H. Navasardyan, S. Valenti, F. Patat, I. Agnoletto, T. Augusteijn, S. Benetti, E. Cappellaro, T. Boles, [J.-M. Bonnet-Bidaud](#), M.T. Botticella, F. Bufano, C. Cao, J. Deng, M. Dennefeld, N. Elias-Rosa, A. Harutyunyan, F. P. Keenan, T. Iijima, V. Lorenzi, P. A. Mazzali, X. Meng, S. Nakano, T.B. Nielsen, J. V. Smoker, V. Stanishev, M. Turatto, D. Xu, L. Zampieri

publié dans la revue Nature du 14 juin 2007, vol. 447, n°. 7146.

pour une version électronique (voir [astro-ph/0703663](#) et fichier [PDF- 770 Ko](#))

voir :

- [Communiqué de presse CEA](#), (14 juin 2007)
- [Communiqué de presse CNRS](#) (14 juin 2007)
- Press release (14 June 2007) en anglais

voir aussi

- - [Explosion asymétrique des supernovae](#) (1 décembre 2006)
- - [Explosion radioactive dans Cassiopée](#) (9 octobre 2006)
- - [L'antimatière de la Galaxie](#) (19 juillet 2005)

Notes :

[1] **Collaboration française** : [Service d'Astrophysique du CEA/Dapnia](#) (CNRS/UMR 7158), [Institut d'Astrophysique de Paris](#) (CNRS/UMR7095), [Observatoire de Haute-Provence](#) (CNRS/USR2207).

[2] **Observations** : Les observations ont été obtenues à l'Observatoire de Haute-Provence (Télescope 1.93m, CNRS, France), l'Observatoire Asiago (Telescope Copernico 1,82m Italie), l'Observatoire Astronomique National (Télescope 2.16m, BAO, Xinglong Observatory, Pekin, Chine) et l'Observatoire de La Palma (Telescopio Nazionale Galileo 3.58m, Nordic Optical Telescope 2.56m, Liverpool Telescope 2.0m et William Herchell Telescope 4.2m, Canaries, Espagne).

[3] **Supernova**. Plusieurs centaines de supernovae sont découvertes chaque année. Le nom de la supernova correspond à l'année de sa découverte suivie de lettres indiquant son rang dans l'année. "SN2006a" est la première supernova découverte en 2006 et "SN2006aa" la 27e. SN2006jc est donc la 263e supernova découverte en 2006.

Rédaction: J.M. Bonnet-Bidaud

DSM/DAPNIA/SERVICE D'ASTROPHYSIQUE

Service d'Astrophysique

mise à jour : 31/05/2007

© CEA 2007 - Tous droits réservés

[Retour](#) | [Activités](#) | [Infos](#) | [Documentation](#) | [Images](#) | [Web](#) | [Carte](#)]