

Supernova 1987A [Fortsetzung]

Autor(en): **Cramer, Noël**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **45 (1987)**

Heft 220

PDF erstellt am: **31.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898837>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Supernova 1987A (Suite)

NOËL CRAMER

L'année 1987 a débuté avec un événement astronomique majeur: l'explosion le 23 février d'une supernova dans le grand nuage de Magellan (voir Orion 219). Initialement, l'explosion semblait se conformer à celle d'un événement de «type II», soit l'effondrement gravitationnel du noyau d'une étoile massive suivi de l'éjection de son enveloppe constituée essentiellement d'hydrogène et d'hélium en plus faible proportion. Ceci se traduit observationnellement par l'apparition précoce de fortes raies d'hydrogène en absorption dans son spectre et, dans le cas présent, par la première détection de neutrinos clairement liée à un tel processus. Mais cette supernova s'est très rapidement distinguée de la plupart de celles observées jusqu'à présent. Notamment par sa faible luminosité; sa magnitude bolométrique absolue (magnitude calculée sur tout le spectre électromagnétique, donc une mesure de l'énergie totale rayonnée) dans les jours suivant l'explosion était de 3 à 5 magnitudes moins lumineuse que la «norme» de ce type de supernova. Aussi, la très grande vitesse initiale (env. 18000 km/sec) d'éjection de l'enveloppe et la rapidité de la variation de son spectre étaient peu caractéristiques. En ondes radio, sa détection a commencé le 26 février pour cesser le 3 mars. Ce comportement est aussi très différent de celui normalement associé au type II pour lequel l'émission radio continue sur de nombreuses semaines.

Deux faits de première importance distinguent cette supernova de toutes celles observées jusqu'à ce jour: l'identification de son progéniteur et la détection des neutrinos produits lors de la phase initiale de l'explosion.

L'identification du progéniteur ne s'est pas faite sans problèmes. Une première estimation de la position de la supernova faisait coïncider celle-ci avec celle d'une supergéante de type B3 I (Sanduleak -69°202), donc d'une étoile qui n'avait pas encore atteint le stade évolutif de géante rouge d'un progéniteur possible selon les théories classiques d'évolution stellaire. De plus, l'incertitude sur la position ne permettait pas d'exclure deux étoiles voisines plus faibles (toutefois également des étoiles bleues) situées à 3''0 et 1''4 de part et d'autre de Sk -69°202. Cinq jours après l'explosion, après une décroissance d'un facteur 10000 du rayonnement ultra-violet, le satellite IUE commença à détecter à nouveau un spectre très semblable à celui observé avant l'explosion (par chance, cette observation avait été faite précédemment!). Ceci semblait exclure Sk -69°202 comme progéniteur. Mais une nouvelle analyse astrométrique faite par une équipe de l'ESO en mars faisait coïncider la position de la supernova avec celle de Sk -69°202 moyennant une incertitude inférieure à 0''1. Finalement, une analyse plus approfondie des données IUE a établi, le 13 avril, que le spectre actuellement détecté en UV provient de deux sources ponctuelles distantes l'une de l'autre de 4''13 ± 0''35, qui ne peuvent donc être Sk -69°202 plus une de ses voisines, mais doivent être les deux voisines uniquement. Sk -69°202 a donc disparu! Il semble donc actuellement établi que cette étoile est bien celle qui a explosé.

Deux groupes de chercheurs au moins, aux Etats Unis et en Allemagne, ont déjà calculé des modèles d'évolution stellaire pour tenter de rendre compte des données observationnelles. Ces modèles font essentiellement intervenir la plus faible abondance en éléments lourds qu'ont les étoiles du grand nuage de Magellan par rapport à celles de notre Galaxie. Ils

permettent à des étoiles de 15 à 20 masses solaires d'arriver à terme de la phase active de combustion dans leur noyau (combustion du carbone) au stade de supergéante bleue déjà. Le plus fort gradient de densité dans l'enveloppe de ce type d'étoile contribuerait à expliquer la grande vitesse d'éjection et la faible luminosité, entre autres caractéristiques, observées pour cette supernova. Mais il est encore prématuré de conclure sur ces premières tentatives d'explication. Les modèles d'évolution stellaire dépendent des données initiales et des processus physiques que l'on fait intervenir, du traitement que l'on fait de la convection et de la perte de masse pour les étoiles massives. Une multitude de scénarios sont possibles. Ces premiers modèles donnent peut-être en apparence une bonne description des observations, mais ils ne permettent toutefois pas d'expliquer, par exemple, pourquoi on observe malgré tout de nombreuses supergéantes rouges dans le grand nuage de Magellan. La théorie de l'évolution des étoiles massives est un domaine actuellement en plein développement, et nous devons encore attendre qu'il se dégage un consensus entre les théoriciens au sujet de cet événement.

Le second événement d'importance fondamentale est l'observation des neutrinos. Outre le fait de confirmer l'efficacité des détecteurs existants, ces observations ont établi que les neutrinos peuvent survivre au long voyage de 160000 ans depuis le grand nuage de Magellan (une éventuelle décomposition des neutrinos avait été proposée pour expliquer le flux plus faible que prévu nous parvenant du Soleil situé à 8 minutes lumière de nous). L'analyse de l'énergie des neutrinos détectés en fonction du temps a aussi montré qu'une hypothétique masse au repos du neutrino ne peut dépasser environ $15 \text{ eV}/c^2$. Ce résultat n'est pas plus précis que ceux déjà obtenus en laboratoire, mais leur apporte une confirmation indépendante. Les conséquences sont importantes pour les théories qui proposent une solution au mystère de la «masse manquante» dans l'univers par l'existence d'une masse au repos du neutrino. L'énergie des neutrinos détectés permet également d'estimer une limite inférieure de la température régnant au coeur de l'étoile au terme de l'effondrement gravitationnel, soit environ 50 milliards de degrés Kelvin dans ce cas.

La question de l'intervalle de 4h 44min séparant les deux détections de neutrinos n'est, par contre, toujours pas résolue. La première détection, sous le Mont Blanc, concernait des neutrinos moins énergétiques que lors de la seconde, faite simultanément par trois détecteurs indépendants. Il a été proposé que cette première détection (si sa réalité est confirmée) correspondrait à un premier effondrement vers une étoile à neutrons qui, peut-être par une accretion supplémentaire de matière, aurait atteint la masse critique (environ 3 masses solaires) pour s'effondrer à nouveau en un trou noir. Mais ceci ne serait pas très consistant avec le fait que le progéniteur avait 15 à 20 masses solaires tandis qu'on connaît dans notre Galaxie des pulsars (donc des étoiles à neutrons) qui sont issus de l'explosion d'étoiles vraisemblablement bien plus massives. L'interprétation d'observations futures (par exemple l'observation d'un pulsar) apportera certainement une solution à ces spéculations.

Actuellement (début mai), la supernova continue à surprendre par l'ascension continue de sa luminosité (voir figure). Sa luminosité bolométrique a commencé à croître, ainsi que sa



Photo de la supernova 1987A obtenue le 27 février avec le télescope de Schmidt de l'ESO à la Silla. Les couleurs résultent d'un compositage de trois photos noir et blanc faites en trois couleurs. La supernova est l'étoile brillante proche de la nébuleuse de la Tarentule (photo aimablement mise à notre disposition par l'ESO).

Supernova 1987A

1987 hat mit einem wichtigen astronomischen Ereignis begonnen: die Explosion einer Supernova am 23. Februar in der Grossen Magellanschen Wolke (siehe ORION 219). Die ursprünglich als Typus II identifizierte Supernova hat sich aber rasch von all den bisher bekannten Supernovae unterschieden: eine geringe Helligkeit (absolute Bolometrische Magnitude 3-5 Magnituden zu gross), sehr hohe Ausstosseschwindigkeit (ungefähr 18'000km/sec), kurzzeitige Aktivität im Radiowellenbereich, langsamer und andauernder Anstieg der Helligkeit.

Zwei grundlegende Ereignisse haben historische Bedeutung: die Identifizierung des Vorläufers und die **erste Beobachtung von Neutrinos**, die eindeutig **von einer Supernova** stammen. Der Vorläufer ist jetzt anhand einer neuen Analyse von Daten des IUE-Satelliten und von verbesserten Ortsbestimmungen mit Sicherheit als Sanduleak -69°202 identifiziert worden (frühere IUE-Daten ergaben, dass nicht dieser Stern explodiert ist).

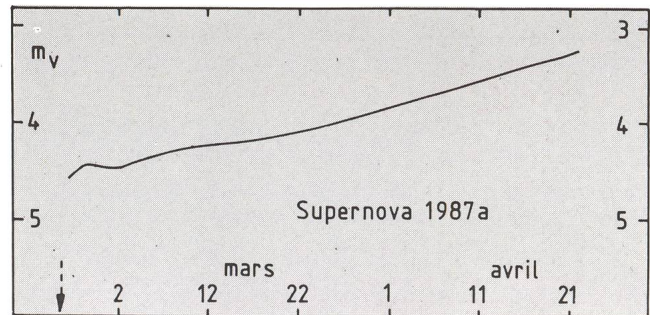
Die Auswertung der Neutrinomessungen hat begonnen, und einige erste Resultate sind vorhanden: die zeitliche Energieverteilung der eingetroffenen Neutrinos zeigt, dass Neutrino eine Ruhemasse von weniger als $15 \text{ eV}/c^2$ haben muss. Dieses Resultat ist nicht genauer als schon vorhandene Labordaten, aber eine unabhängige Bestätigung davon. Die Neutrinoenergien setzen auch eine untere Temperaturgrenze im Sterninnern während der Explosion, und zwar bei etwa **50 Milliarden Grad Kelvin**. Der Zeitintervall von 4 Stunden 44 Minuten zwischen den beiden Neutrinoimpulsen (nach Bestätigung des ersten) bleibt noch rätselhaft. Es wird vermutet, dass der Stern zuerst zu einem **Neutronenstern** und etwas später zu einem **Schwarzen Loch** geworden ist. Diese Betrachtungen sind aber noch spekulativ.

Zur Zeit (Anfang Mai) nimmt die Helligkeit immer weiter zu (siehe Abbildung rechts). Die Bolometrische Helligkeit wie die im UV-Bereich steigen an. Eine bedeutende Abstrahlung im Röntgen- oder Gammabereich ist noch nicht ersichtlich. Dies deutet an, dass wahrscheinlich wenig zirkumstellare Materie vorhanden war. Diese Strahlungen werden wahrscheinlich in der nächsten Zukunft erscheinen, wenn die sich ausbreitende Hülle transparenter wird und die Röntgen- und Gammastrahlung entweichen kann, die durch den Zerfall von während der Explosion produzierten radioaktiven Elementen entstanden ist.

Die kommenden Wochen werden sehr interessant sein. Wir werden in einem der nächsten ORION den detaillierten Vorgang einer Supernovaexplosion schildern.

KARL STÄDELI

luminosité dans l'UV. Cette dernière s'est même mise à augmenter plus rapidement que celle dans le visible. Aucune émission significative n'a encore été détectée dans le domaine des rayons X et gamma, ce qui indiquerait une relative absence de matière circumstellaire qui, sinon, aurait interagi avec l'enveloppe en expansion. Il est probable que ces rayonnements apparaîtront plus tard, lorsque l'enveloppe se sera suffisamment dissipée pour devenir transparente aux rayonnement X et gamma provenant de la décomposition d'éléments radioactifs formés lors de l'explosion.



Courbe lumière de la supernova jusqu'au 22 avril 1987, mesurée à partir de la station de l'observatoire de Genève au sein de l'observatoire de l'ESO à La Silla, Chili. Le 3 mai la magnitude $m_v = 3$ était atteinte.

Lichtkurve der Supernova bis zum 22. April 1987 gemessen in der Genfer Station des ESO. Am 3. Mai erreichte die Supernova eine Helligkeit von 3 Magnitudo.

Les semaines à venir seront riches en renseignements. Nous y reviendrons dans un prochain numéro d'Orion, où G. Meynet nous parlera plus en détail de la compréhension théorique du phénomène supernova.

Adresse de l'auteur:

NOËL CRAMER, Observatoire de Genève, CH-1290 Sauverny

Feriensternwarte CALINA CARONA



Calina verfügt über folgende Beobachtungsinstrumente:

Newton-Teleskop \varnothing 30 cm
Schmidt-Kamera \varnothing 30 cm
Sonnen-Teleskop

Den Gästen stehen eine Anzahl Einzel- und Doppelzimmer mit Küchenanteil zur Verfügung. Daten der Einführungs-Astrophotokurse und Kolloquium werden frühzeitig bekanntgegeben. Technischer Leiter: Hr. E. Greuter, Herisau.

Neuer Besitzer: **Gemeinde Carona**

Anmeldungen an Frau M. Kofler,
6914 Carona, Postfach 30.