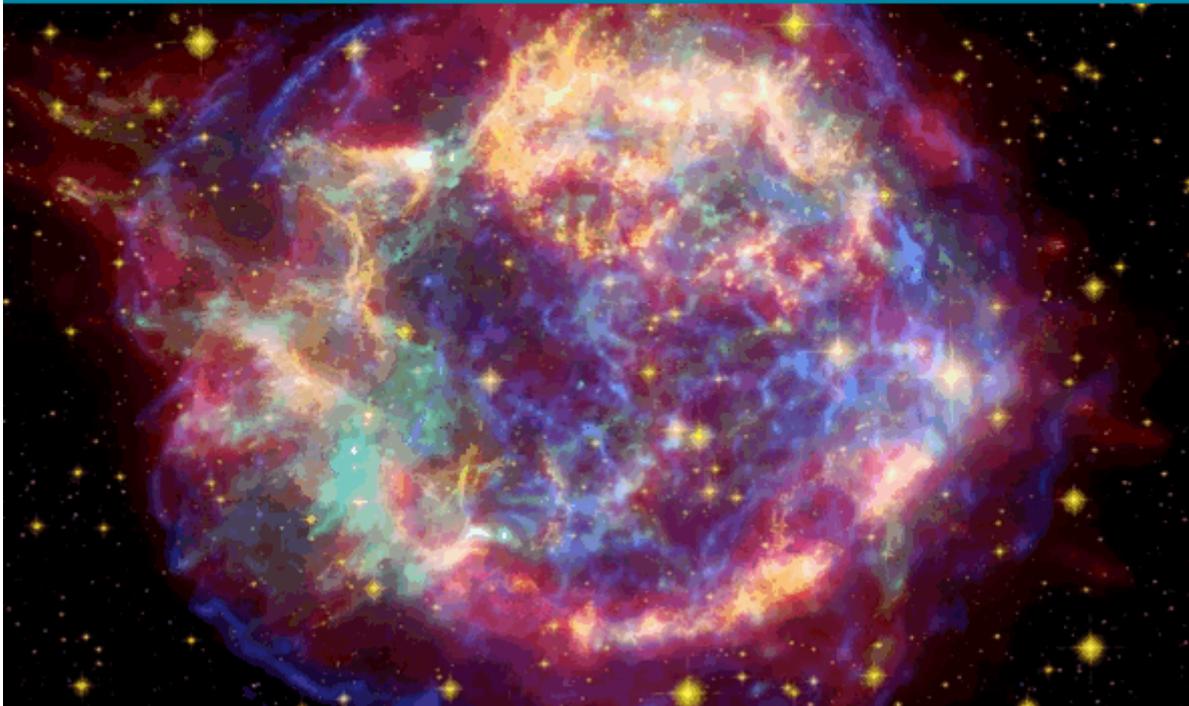


Dis, tonton, c'est quoi une supernova ?

écrit par Professeur Tetenlair | 7 juillet 2021



*Supernova restituée en images de synthèse
par la NASA*



Cher ami à la fois patriote et passionné d'astronomie, mettons les choses au point. Une supernova est un événement extrêmement rare. Sa rareté est à l'image de son gigantisme et de sa violence plus que cataclysmique quand il s'en réalise une.

Définition d'une supernova

Une supernova, c'est l'ensemble des phénomènes qui résultent de l'implosion d'une [étoile](#) en fin de vie, Cette brève explosion est gigantesque, cataclysmique, et s'accompagne, pendant un temps, d'une lumière fantastiquement grande qui peut briller plus vivement qu'une [galaxie](#) entière composée de centaines de milliards d'étoiles. Tout ceci se situe, bien

évidemment, en dehors du [Système solaire](#).

Vue depuis la Terre, une supernova apparaît donc souvent comme une étoile nouvelle, alors qu'elle correspond en réalité à la disparition d'une étoile.



Les supernovas sont des événements rares à l'échelle humaine : leur taux est estimé à environ une à trois par siècle dans la [Voie lactée](#).

Rôle des supernovas dans l'histoire de l'Univers

Les supernovas ont eu et jouent encore un rôle essentiel dans l'histoire de l'Univers, car c'est lors de son explosion en

supernova que l'étoile libère les éléments chimiques qu'elle a synthétisés au cours de son existence – et pendant l'explosion même – pour être diffusés dans le milieu interstellaire. De plus, l'onde de choc de la supernova favorise la formation de nouvelles [étoiles](#) en provoquant ou en accélérant la contraction de régions du milieu interstellaire.

Principe de la création de l'existence d'une supernova

Le processus à l'origine d'une supernova est extrêmement bref : il dure quelques millisecondes. Quant au phénomène lumineux rémanent, il peut durer plusieurs mois. Au maximum de luminosité de l'explosion, la [magnitude](#) absolue de l'astre peut atteindre -19,1, [magnitude](#) rarement rencontrée dans l'univers, ce qui en fait un objet plus lumineux de plusieurs ordres de grandeur que les étoiles les plus brillantes : pendant cette période, la supernova peut « rayonner plus d'énergie » (et donc avoir une puissance plus grande) qu'une, voire plusieurs [galaxies](#) entières. C'est la raison pour laquelle une supernova se produisant dans notre propre galaxie, voire une galaxie proche, est souvent visible à l'œil nu, même en plein jour. Plusieurs supernovas historiques ont été décrites à des époques parfois très anciennes ; on interprète aujourd'hui ces apparitions d'« étoiles nouvelles » comme étant des supernovas.

Les différents mécanismes des supernovas

Il existe trois mécanismes en réalité assez distincts qui produisent une supernova :

1. le premier résulte de l'explosion thermonucléaire d'un cadavre d'étoile appelé [naine blanche](#). Ce mécanisme est appelé supernova thermonucléaire
2. le second de l'implosion d'une étoile massive qui est encore le siège de réactions nucléaires au moment de l'implosion. Cette implosion est responsable de la

dislocation des couches externes de l'étoile. Ce second mécanisme est appelé supernova à effondrement de cœur.

3. le troisième mécanisme est encore tout à fait incertain, mais s'apparentant au second. Il est susceptible de se produire au sein des étoiles les plus massives. Il est appelé supernova par production de paires.



Historiquement, les supernovas étaient classifiées suivant leurs caractéristiques spectroscopiques. Cette classification est peu pertinente d'un point de vue physique. Seules les supernovas dites de type Ia (prononcer « 1 a ») sont thermonucléaires, toutes les autres étant à effondrement de cœur.

La matière expulsée par une supernova s'étend dans l'espace, formant un type de [nébuleuse](#) appelé rémanent de supernova. La durée de vie de ce type de [nébuleuse](#) est relativement limitée, la matière étant éjectée à très grande vitesse (plusieurs milliers de kilomètres par seconde), le rémanent se dissipe relativement vite à l'échelle astronomique, en quelques centaines de milliers d'années. La [nébuleuse](#) de Gum ou les dentelles du Cygne sont des exemples de rémanents de supernova dans cet état très avancé de dilution dans le milieu interstellaire. La [nébuleuse](#) du Crabe est un exemple de rémanent jeune : l'éclat de l'explosion qui lui a donné naissance a atteint la Terre, il y a moins de mille ans.



La supernova SN 1994D (point blanc brillant en bas à gauche de l'image), dans la partie externe du disque de la galaxie spirale NGC 4526 (photo datant de 1994).

On distingue essentiellement deux grandes familles de supernovae : les SN II et les SN Ia

– Les SN II se produisent lorsque des étoiles massives dépassant environ 8 à 10 masses solaires ont épuisé leur combustible nucléaire. Cela provoque l'effondrement gravitationnel du cœur dont la force de gravité n'est plus contrebalancée par la pression des radiations libérées par les réactions thermonucléaires. Selon un scénario encore mal compris, une grande quantité d'énergie est libérée et éjecte les couches externes de l'étoile pour ne laisser qu'une étoile à neutrons ou, dans les cas extrêmes, un trou noir.

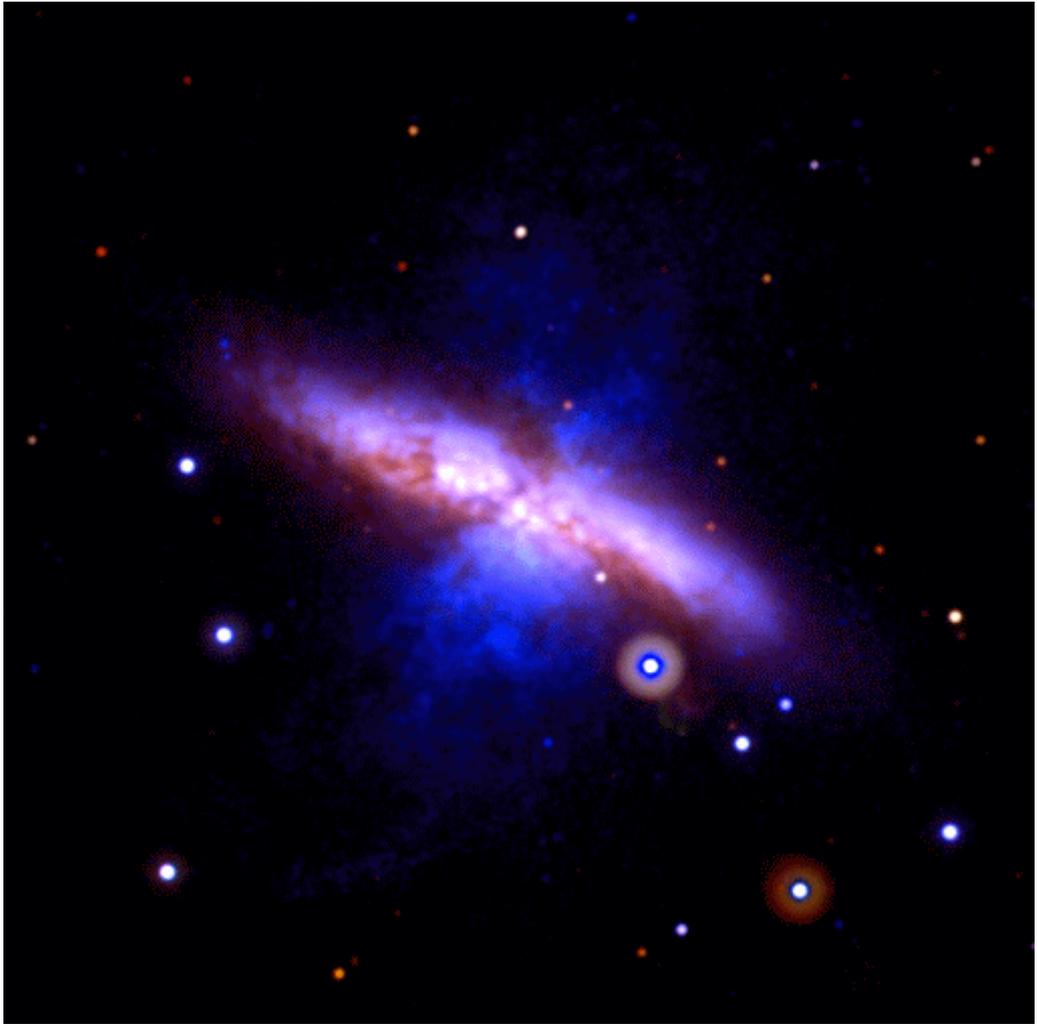
Photo de la supernova type SN II appelée SN 2005cs dans M51 (galaxie), vue par le télescope spatial Swift.

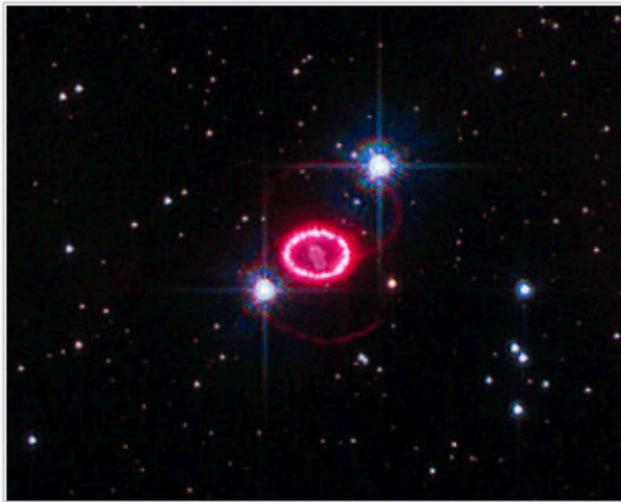


– Les SN Ia se produisent dans un système binaire qui contient au moins une [naine blanche](#). Il est probablement juste de dire que bien des manuels d'astrophysique vieux d'au moins dix ans expliquent l'origine des supernovae SN Ia avec une [naine blanche accrétant](#) de la matière jusqu'à atteindre la fameuse masse limite de Chandrasekhar (= limite valant 1,4 fois la masse du [Soleil](#), elle indique la masse maximale qu'une étoile, ayant épuisé ses réserves de carburant thermonucléaire et

étant devenue une [naine blanche](#), peut atteindre sans devenir une [étoile](#) à neutrons ou s'effondrer en [trou noir](#)). On sait en effet que les étoiles de la [Voie lactée](#) évoluent majoritairement en couple. Beaucoup sont moins massives que le [Soleil](#), et comme lui, elles finiront leur vie paisiblement sous forme de [naine blanche](#). En théorie du moins, car si elles font partie d'un système binaire contenant une étoile n'étant pas encore arrivée au même stade d'évolution, leur destin peut être bien plus spectaculaire. Ainsi, si elles sont suffisamment proches d'une géante rouge (= étoile de grandes dimensions, de forte luminosité, ayant subi un effondrement gravitationnel de sa partie centrale et une dilatation des parties extérieures), ou même d'une étoile encore sur la séquence principale, les [forces de marée](#) de la [naine blanche](#) peuvent être telles qu'un transfert de matière de l'étoile à la naine se produit, augmentant sa masse.

Lorsque celle-ci atteint 1,4 masse solaire, les lois de la mécanique quantique et de la relativité restreinte la rendent inévitablement instable et elle doit s'effondrer. Le processus enclenche surtout des réactions thermonucléaires de fusion du carbone et de l'oxygène et une explosion se produit alors, soufflant toute l'étoile.





Le reste de la supernova 1987A.
Noter que la matière éjectée par la supernova elle-même est le cercle du centre de l'image. Les deux autres cercles plus faibles et plus écartés sont dus à des éjections de matière de l'étoile avant son explosion en supernova ; les deux points blancs correspondent à des étoiles d'avant ou d'arrière-plan sans rapport avec l'étoile progénitrice.

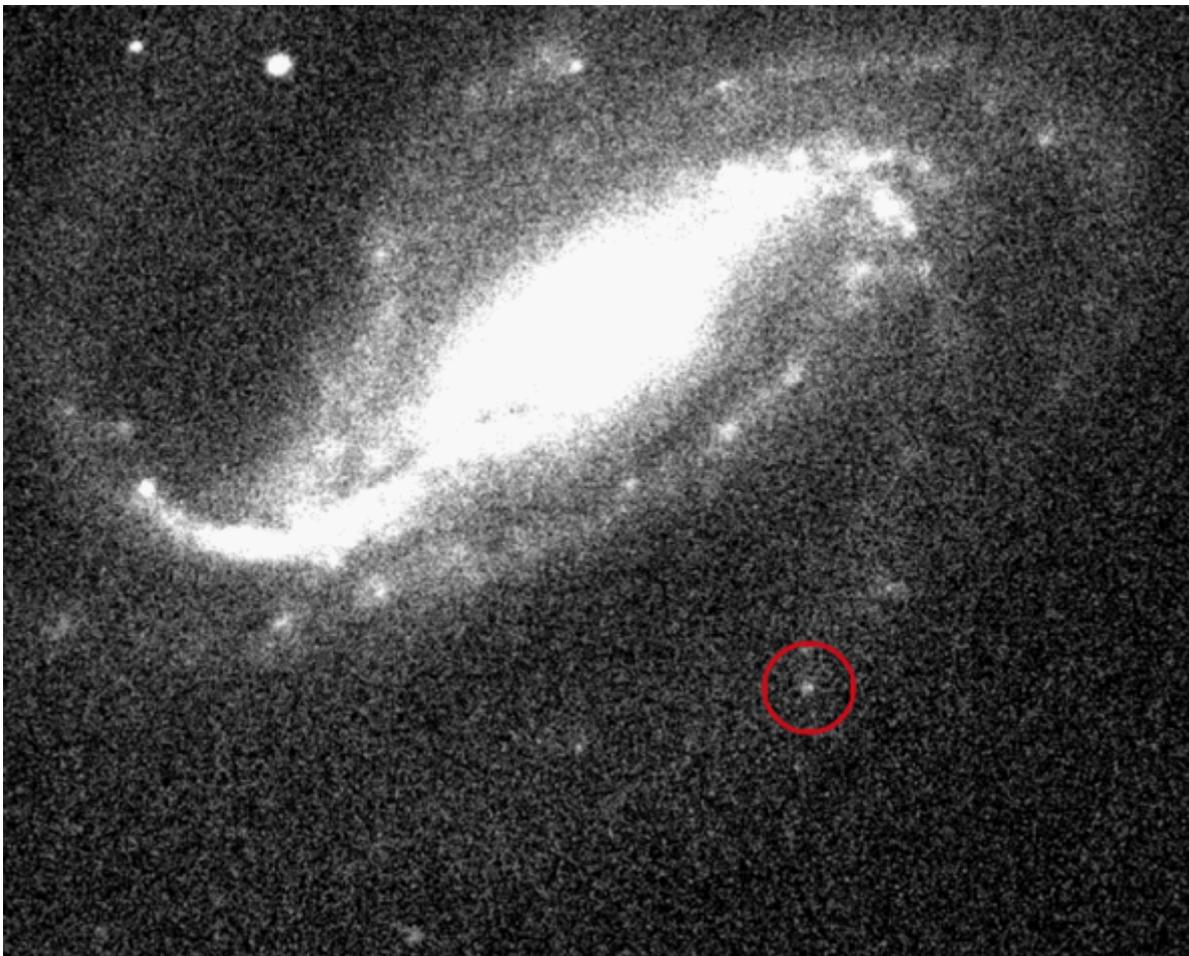
Comme cette explosion se fait à masse constante, sa luminosité intrinsèque doit faiblement varier. Celle-ci étant très importante, les SN Ia sont donc de bons indicateurs de distance pour sonder l'Univers observable et étudier son expansion à des milliards d'années-lumière de la [Voie lactée](#). Ce sont précisément ces propriétés qui ont permis à Saul Perlmutter et ses collègues de mettre en évidence l'expansion accélérée du cosmos observable.

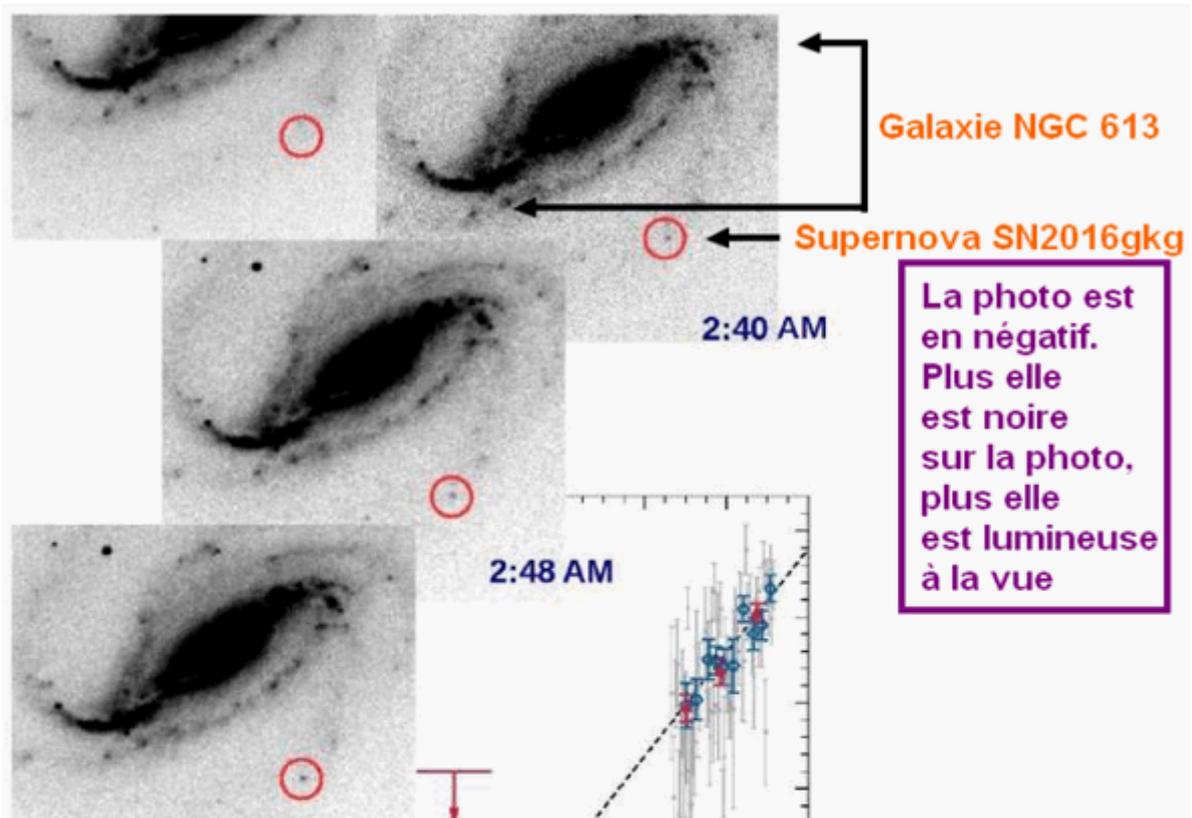
On pense maintenant que beaucoup de SN Ia seraient des collisions de [naine blanche](#).

Il est à noter qu'aucune supernova n'avait été observée dans notre galaxie, la [Voie lactée](#), depuis l'invention du télescope. La plus rapprochée observée depuis était SN 1987A, survenue dans une galaxie voisine, le [Grand Nuage de Magellan](#).

Mais le 20 septembre 2016, un astronome amateur argentin [Victor Buso](#) a eu une chance extraordinaire, d'assister en direct à la naissance d'une supernova. En effet, l'apparition d'une supernova est aussi rare qu'imprévisible. Il avait moins de chance d'assister à un tel phénomène que de gagner le jackpot à l'Euromillions ! Venant de s'acheter un nouveau télescope de 400 de diamètre avec appareil photo, il choisit d'observer, au hasard et pour s'amuser, la galaxie NGC 613 situés à environ 80 millions d'[années-lumière](#) de la Terre dans la constellation du Sculpteur.

L'extraordinaire cliché de l'explosion d'une étoile massive arrivée en fin de vie par l'apparition d'une supernova (ci-dessous, entourée d'un cercle rouge). Victor Buso, depuis son observatoire situé en Argentine, est le premier à enregistrer la lumière d'un tel événement moins de 3 heures après. Une autre supernova avait été détecté dans ses premières heures en 2013, mais pas de manière aussi précoce. Idem en 2006.





Séquence d'images combinées (négatifs, si noir correspondent à lumineux) obtenues par Victor Buso lors de SN 2016gkg et s'illumine dans la périphérie de la galaxie spirale NGC 613. Les étiquettes indiquent l'heure à laquelle chaque image a été prise. L'objet s'illumine régulièrement pendant environ 25 minutes, comme indiqué quantitativement dans le panneau inférieur droit. Crédit Victor Buso.

Les données recueillies par la suite ont pu faire évaluer la masse initiale de l'étoile avant sa disparition comme étant environ 20 fois la masse du [Soleil](#).

Les chercheurs ont également pu observer une augmentation spectaculaire de la luminosité de la supernova, « en moins d'une demi-heure, l'objet avait multiplié sa luminosité par 3 », selon un communiqué de l'Université française Paris Diderot.

Ce qui pourrait correspondre à l'émergence d'une vague lumineuse, une onde de choc explosive à la surface de

l'étoile, déjà prédite par des modèles mais jamais observée. « L'onde de souffle de l'explosion émerge de la surface stellaire, après avoir traversé l'intérieur de l'étoile de façon supersonique. A ce moment précis, une énorme quantité de lumière est violemment libérée dans un flash lumineux », précise le communiqué.

***AH, QUE C'EST BEAU,
TOUT ÇA !
T'ES PAS D'ACCORD ?***

Professeur Têtenlair