

Qu'est-ce qu'une supernova ?



Cette galaxie est distante de 12 millions d'a-l, ce qui est « relativement » près de nous. On a pu la voir à l'observatoire de Marcellin aux mois de janvier et février.

Une supernova ? : « C'est l'ensemble des phénomènes conséquents à l'explosion d'une étoile, qui s'accompagne d'une augmentation brève mais fantastiquement grande, de sa luminosité ». (Wikipédia) -Jusqu'à 200 fois, et plus, l'éclat de l'étoile primitive.

Cette explosion accompagne l'effondrement cataclysmique d'une étoile en bout de course, une fois qu'elle ne peut plus résister à la pression énorme que les couches superficielles exercent sur son noyau. Toutes les étoiles ont une histoire : un début, un milieu, et une fin de vie qui va dépendre de sa masse.

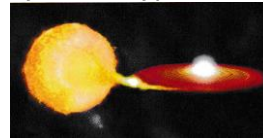
Après avoir augmenté de volume, en une détonation violente qui termine le cycle de vie d'une étoile, **le cœur de l'étoile s'effondre en quelques secondes en libérant une grande quantité de particules et d'énergie qui déchire l'étoile. Ses couches externes sont propulsées dans l'espace à des vitesses de plusieurs milliers km/sec.** L'étoile émet alors en une seconde ce que notre soleil produit en plusieurs années.

Ces restes forment des arcs caractéristiques, ou boucles, qui se déplacent à une vitesse supersonique et traversent le milieu interstellaire. L'onde de choc de la supernova heurte violemment la matière présente à cet endroit, en excite les électrons et les molécules. Si ce front d'onde rencontre un nuage de molécules géant, elle peut comprimer le nuage moléculaire et y stimuler la naissance d'étoiles. Il semblerait qu'un tel événement se soit produit lorsque le système solaire s'est formé, il y a 4,5 milliards d'années.

Alors qu'une **nova** se contente d'expulser de l'hydrogène et de l'hélium accumulés à la surface d'une naine blanche, certains de ces résidus stellaires

peuvent également être complètement détruits par une explosion, il s'agit alors d'une supernova de type « la ».

Il y a deux types de supernovae .



Type « la » : correspond à l'explosion d'une petite étoile plutôt vieille et riche en éléments lourds, auquel appartient certainement la

SN2014.- Je laisse de côté les types **lb** et **lc**.

Type II : correspond à l'explosion d'une grosse étoile plutôt jeune et pauvre en éléments lourds.

Une supernova de type « la » se produit dans une binaire, c'est-à-dire dans une association de deux étoiles, où l'une des composantes est une naine blanche. Il faut alors que sa compagne soit une géante qui rejette du gaz sur l'étoile naine dont la grandeur est proche de $1,4 M^*$ (limite de Chandrasekhar avec $M^* =$ masse du Soleil). Dans ce cas, le gaz additionnel permet à la masse de la naine blanche d'approcher de cette limite, l'augmentation de la pression dans son cœur permet à la fusion nucléaire du carbone de se déclencher. Le taux de fusion du carbone monte en flèche et, sans couche externe pour absorber l'énergie produite, l'étoile explose.

On assiste alors à une gigantesque explosion qui produit un grand nombre de métaux radioactifs : nickel, cobalt..., ainsi qu'un rayonnement électromagnétique. Le spectre d'une supernova de type « la » est dénué de raies associées à l'hydrogène, car l'étoile dont elle est issue est dépourvue de cet élément, à ce stade de son évolution.

Son éclat décroît lentement pendant un peu plus d'une année. Ces formidables étoiles se situent bien au-delà de notre galaxie dont le diamètre est d'env. 100'000 a-l.

Les supernovae sont utiles en cosmologie, car elles permettent d'étalonner avec une bonne précision la distance des galaxies où ces phénomènes se produisent. En analysant leur courbe de lumière, on en déduit en effet l'éclat réel de la supernova et, en fonction de l'éclat observé, on tente d'en déduire sa distance.

Une supernova de type II

Une étoile dont la masse atteint $8 M_{\odot}$ évoluera en donnant une supernova de type II. Dans ce cas, la force gravitationnelle est suffisamment intense pour comprimer et chauffer le gaz au point de provoquer la fusion du carbone et de l'oxygène. Ces réactions conduisent à l'apparition de divers éléments qui finissent éjectés dans le milieu interstellaire.

Au moment de la fusion du carbone et de l'oxygène la température centrale au cœur de l'étoile atteint 600 millions de degrés. Apparaissent alors des éléments comme le néon, le magnésium. La température au centre de l'étoile dépasse alors 1,5 milliard de degrés, l'oxygène fusionne et donne naissance à du soufre, du silicium et du phosphore étape de **nucléosynthèse** (= processus par lequel des éléments plus légers donnent naissance à des éléments plus lourds.). Dans ces longs processus d'élaboration de supernova II, à chaque nouvelle étape de fusion, l'étoile dispose de moins de réactifs. Et chaque cycle de fusion nucléaire du cœur dure moins longtemps. Ex : Pour une étoile de $25 M_{\odot}$, des calculs détaillés nous indiquent que la fusion du carbone dure 600 ans, celle du néon un an, et celle de l'oxygène environ 6 mois. Après ces quelques mois de fusion de l'oxygène, la compression gravitationnelle augmente, la température centrale, au-delà de 2,7 milliards de degrés, permet la fusion du silicium. Cette réaction thermonucléaire est si rapide que tout le cœur de silicium d'une étoile de $25 M_{\odot}$ est changé en fer en une seule journée.

Chaque nouvelle réaction de fusion ajoute une couche supplémentaire de matière autour du cœur de l'étoile, donnant naissance à une structure en couches qui rappellent celle d'un gigantesque oignon. Les photons générés dans chacune des couches et dans le cœur repoussent les couches externes de plus en plus loin. L'étoile se dilate et devient une supergéante très lumineuse dont le diamètre atteindrait celui de l'orbite de Jupiter, s'il s'agissait du Soleil, et dont l'éclat peut dépasser 10^5 fois la luminosité du Soleil. La région dont l'étoile tire son énergie, son cœur, est contenue dans un volume de la taille de la Terre. La mort de l'étoile massive est imminente.

Les noyaux de fer ne fusionnent pas, les électrons du cœur doivent soutenir les couches externes de l'étoile par leur seule pression. Quand la masse du cœur

dépasse la limite de Chandrasekhar ($1.4 M_{\odot}$), il a un diamètre de 3'000 km seulement, il s'effondre instantanément. Brutalement, la température centrale atteint 5 milliards de degrés et les noyaux de fer sont disloqués en protons, neutrons et électrons. D'après les calculs, environ un quart de sec. après l'effondrement, la masse volumique de l'intégralité du cœur atteint $4 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$.

L'effondrement du cœur prend donc fin si brutalement qu'il rebondit et commence à grossir à grande vitesse. La rencontre des couches externes et internes entraînent après quelques heures une formidable explosion : une supernova gravitationnelle de type II. La luminosité de l'étoile augmente encore et peut atteindre celle d'une centaine de milliards d'étoiles aussi lumineuses que le Soleil.

Alors qu'elles sont expulsées dans l'espace les couches externes de l'étoile sont si fortement comprimées par les neutrinos et l'onde de choc que des réactions de fusion s'y produisent, donnant naissance à une quantité d'éléments lourds et à une grande partie de la poussière qui compose le milieu interstellaire. C'est de la fusion des couches des étoiles massives et de cette fusion finale explosive que sont issus les nombreux éléments qui composent la Terre et les autres planètes telluriques, mais également nos corps. Nous sommes composés de poussières d'étoiles.



Francine Grandjean

Sources :

- *Atlas d'astronomie*, éd. Stock
- *A la découverte de l'Univers*, Comins, éd. de Boeck

Et si une météorite tombait sur la Terre ?



Image de Wikipédia le 27.03.14 à 10h45

Nous connaissons à l'heure actuelle 1 200 astéroïdes dont l'orbite croise celle de notre planète. La plupart des pierres célestes qui dévient de leur trajectoire et tombent dans

l'atmosphère terrestre ont un diamètre inférieur à 10 mètres et se consomment immédiatement par effet de frottement. Ainsi, 300 tonnes de «poussières» tombent chaque jour sur la terre... A cela s'ajoutent les débris rocheux laissés en essaim sur la trajectoire de la terre

par de vieilles comètes, ce qui nous vaut des pluies d'étoiles filantes, plus particulièrement entre mi-juillet et mi-août (les Perséides) et en novembre (les Léonides).

Mais... en 2013, une vraie météorite est tombée sur la terre, le 15 février très exactement, dans la région de Tcheliabinsk, en Sibérie, au sud de l'Oural. Cet événement astronomique a provoqué un grand événement médiatique, d'autant plus que cette météorite, d'un diamètre inférieur à 20 mètres (15 à 17 mètres exactement) n'a pas pu être détectée avec nos moyens actuels d'observation. D'une masse de

7 000 à 10 000 tonnes à son arrivée dans l'atmosphère, avec une vitesse d'environ 72 000 km/h (60 fois la vitesse du son...), la déformation due au frottement a provoqué son explosion à environ 23,5 km d'altitude (un avion de ligne vole à environ 10 – 12 km au-dessus du sol...). Cette altitude a évité le pire aux habitants de la région. Compte tenu de sa vitesse, fortement réduite suite à l'effet de freinage dû au frottement, et à son angle de pénétration dans l'atmosphère, son explosion a relâché une énergie équivalente à 20 à 30 fois celle de la bombe d'Hiroshima. L'événement a été filmé sous toutes ses coutures (plus de 400 vidéos amateurs).

Bilan:

- L'onde de choc a ébranlé environ 3 000 constructions qui ont été endommagées (toutes les vitres ont volé en éclat!) sur 90 km à la ronde.
- Environ 1 000 personnes ont été blessées, essentiellement par des débris de verre.
- On estime que 4 à 5 tonnes de fragments sont arrivés sur terre, tout le reste s'étant évaporé ou transformé en poussière. Le plus gros fragment, qui a

fait un trou de 7 mètres de diamètres dans un lac gelé pesait 570 kg. Les analyses chimiques ont montré que cette météorite provenait probablement d'un débris d'astéroïde, lui-même échappé de la ceinture d'astéroïdes qui se situe entre Mars et Jupiter.

Note: la plus grande explosion connue de l'histoire humaine, probablement due à la chute d'une météorite, est celle qui a eu lieu dans la Toungouska, en Sibérie centrale en 1908, estimée à 1000 fois plus forte que celle de 2013, et qui a intégralement détruit une forêt sur un diamètre de 40 km (60 millions d'arbres soufflés) et provoqué un halo de poussières jusqu'en Espagne.

Geneviève Stucky Muret
Michel Zambelli

Réf :

- Revue «Découverte» N° 390 janvier-février 2014
- Journal «Le Temps» 7.11.2013
- Trinh Xuan Thuan, «Dictionnaire amoureux du ciel et des étoiles», éd. Flon/Fayard, 2009

Quelques mots de l'ASTRAC

Au 31 décembre 2013, nous étions 63 membres actifs. L'observatoire de Marcellin a reçu en 2013 plus de 760 personnes (étudiants, groupes privés, passeports-vacances).

Les membres ont eu l'occasion d'aller visiter le Tokamak de l'EPFL et le CERN à Genève. Nous avons été présents au traditionnel rendez-vous d'astronomie « Féerie d'une nuit » au Signal de Bougy ainsi qu'au marché de Morges pour des observations du Soleil. Nous avons ouvert en août notre coupole à l'occasion de la Nuit des Etoiles pour apercevoir le phénomène Perséides ; des étoiles filantes plus nombreuses à cette période de l'année. En novembre, nous avons organisé une conférence « Planètes extra solaires, à la recherche des nouveaux mondes » par le Dr. Lovis, astrophysicien à Genève.

Notre site Internet www.astrac.ch donne beaucoup d'informations notamment sur les activités, le plan des réservations, les éphémérides astronomiques, la météo locale, nos astro-photos, ainsi que des informations pour les visites. On est aussi sur «Facebook».



En 2014, l'observatoire a 10 ans !

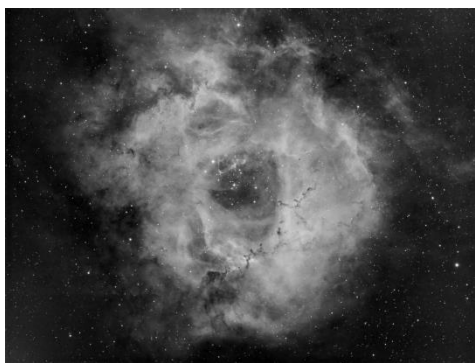
Fondé en 1980 à Morges, le Groupe des astronomes amateurs de la Côte a longtemps cherché à installer un observatoire dans la région. Ce rêve a pu se réaliser enfin dans le cadre du chantier du gymnase de Marcellin en 2002. Il a fallu ensuite plus d'une année pour trouver les fonds nécessaires à l'équipement de la coupole qui a été inaugurée en 2004. Ainsi, depuis 10 ans, une intense activité s'y déploie et enchante les nombreux visiteurs qui sont accueillis par nos animateurs/trices passionnés.

Après 18 ans à la présidence de l'ASTRAC, Michel Zambelli a souhaité remettre sa fonction de président. Il a été élu membre d'honneur en témoignage de reconnaissance et de remerciement pour son engagement dans notre société et à la réalisation de l'observatoire de Morges. Il reste un membre actif de notre groupe et nous nous en réjouissons.

Aujourd'hui, le comité se compose de :

- Sabine André, présidente
- Jean Oberhaensli, secrétaire
- Bertrand Crolla, caissier
- Francine Grandjean
- Jean-Claude Délessert
- Jean-Marc Lugin
- Jean-Marie Alder

L'astro-photo à l'ASTRAC



Photographie prise à Morges le 7 mars 2014 par Jean-Marc Lugin et Kevin Adamina, membres de l'ASTRAC.

Nébuleuse de la Rosette, NGC 2237 - nuage de gaz et de poussières situé à environ 5'000 années-lumière du système solaire dans la constellation de la Licorne.

Instruments : caméra CCD Moravian G2 8300 refroidie à -25C et la lunette FSQ 106 (100 mm de diamètre) mise à disposition par Hans Maag.

Il s'agit de la composition de 5 images de 10 minutes chacune prises avec un filtre H-Alpha qui ne laisse passer que la lumière d'une raie d'hydrogène, afin de rendre ce nuage d'hydrogène plus visible.

Coupole ouverte !



par ciel dégagé, soirée publique d'observation et d'animation à l'Observatoire de Marcelin à Morges, ceci chaque premier mardi du mois, à 20h en hiver et à 20h30 en été. Pour les membres : chaque vendredi soir.

Visites de l'observatoire de Morges et séances d'observation guidées en 2014

Les personnes intéressées ou les groupes doivent s'annoncer préalablement à l'un(e) des responsables ou par e-mail info@astrac.ch.

☎ En dehors des cours, les portes du gymnase de Marcelin sont fermées. Ainsi, lors des séances d'observation, le numéro de téléphone de l'observatoire 021 – 316 04 43 est affiché à la porte du bâtiment. Munissez-vous donc de votre Mobile pour appeler l'animateur/trice qui viendra ouvrir.

Agenda 2014 de l'ASTRAC : www.astrac.ch

Sa 21 juin	Marché de Morges <i>Par ciel dégagé, observation du Soleil</i>	Sa 13 septembre	« A la recherche de la Voie lactée » <i>Balade nocturne conviviale</i>
Sa 2 août	Nuits des étoiles, observatoire de Marcelin, dès 20h30	en octobre	«Passeport-Vacances»
Sa 23 août	Féerie d'une nuit, Signal de Bougy, dès 15h <i>Stand de l'ASTRAC. www.feeriedunenuit.ch</i>	31 octobre	20h00 - Conférence «Le cœur de la Voie Lactée. Sous la poussière, un trou noir géant» par le Prof. Meynet



Le ciel à Morges et ailleurs en 2014

10 mai	Saturne passe à l'opposition
11 mai	Au soir, la Lune se rapproche de Mars
10 juin	En début de nuit, la Lune est en conjonction avec Saturne
21 juin	Solstice d'été
5 juillet	Le Premier Quartier de Lune a rendez-vous avec Mars
24 juillet	A l'aube, le fin croissant de Lune s'installe aux cotés de Vénus
13 août	Au milieu de nuit, maximum d'activité de l'essaim d'étoiles filantes des Perséides
28 septembre	En tout début de nuit, Mars est en conjonction avec Antarès
28 octobre	En début de nuit, le croissant lunaire est à la verticale de Mars
17 novembre	Maximum des Léonides, essaim d'étoiles filantes d'intensité variable
25 novembre	En début de nuit, le croissant de Lune est proche de Mars
11 décembre	En fin de nuit, la Lune gibbeuse et Jupiter sont proches

Visitez le site URSA, l'Union romande des sociétés d'astronomie: www.astrosurf.com/ursa