

Grande Ourse

Astronomes Amateurs de la Côte (ASTRAC) | Observatoire de Marcelin, Morges
www.astrac.ch | info@astrac.ch

Bulletin no 20

Edition avril 2019

Le Soleil dans 10 milliards d'années

À partir d'observations faites par le satellite Gaia, une équipe internationale d'astrophysiciens menée par les professeurs Pier-Emmanuel Tremblay de l'Université de Warwick et Gilles Fontaine de l'Université de Montréal a obtenu une confirmation directe de la solidification en cristal des naines blanches. Leur recherche a été publiée dans la revue *Nature*.

La mort d'une étoile

Lorsque l'hydrogène contenu dans une étoile est transformé par fusion thermonucléaire en hélium, et qu'à son tour l'hélium est transformé en carbone et oxygène, les étoiles passent par les stades de géante et supergéante. Dans 5 milliards d'années, notre Soleil aura un rayon d'environ 1 UA (unité astronomique – 150 millions de km) et engloutira la Terre dans ses couches externes.

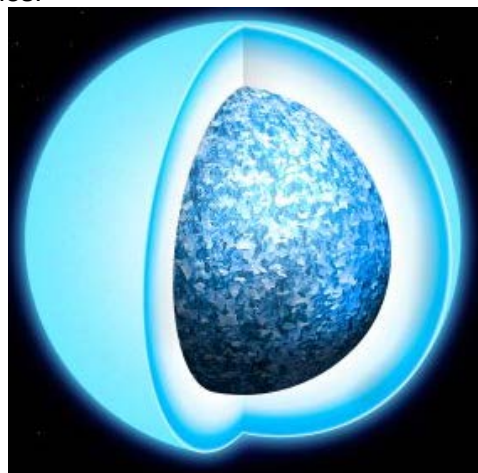
L'énergie produite durant ces stades repousse les couches externes de l'étoile, et de la matière est éjectée sous forme de vent stellaire, ce qui réduit la masse de l'étoile.

Pour les étoiles de masses inférieures à 8 masses solaires, la fusion thermonucléaire s'arrête à ce stade car elles ne sont pas suffisamment massives pour que leurs cœurs, en se contractant, atteignent la température de 600 millions de degrés nécessaires à la fusion du carbone et de l'oxygène.

Le cœur de carbone et oxygène de l'étoile, entouré de la matière éjectée qui, en se dilatant et se refroidissant prend la forme de poussières et gaz en expansion, forme ce que l'on appelle une **nébuleuse planétaire**. Le nom est d'origine historique, les nébuleuses planétaires n'ayant rien à voir avec les planètes.

Quand, au bout de 50'000 ans, le gaz de la nébuleuse sera dilué et mélangé à la matière interstellaire il restera le cœur chaud de carbone et

d'oxygène. Ces cœurs calcinés, d'environ la taille de la Terre et de très haute densité (10^9 kg/m^3), se nomment des **naines blanches**. On estime que 97% des étoiles de la voie lactée deviendront des naines blanches.

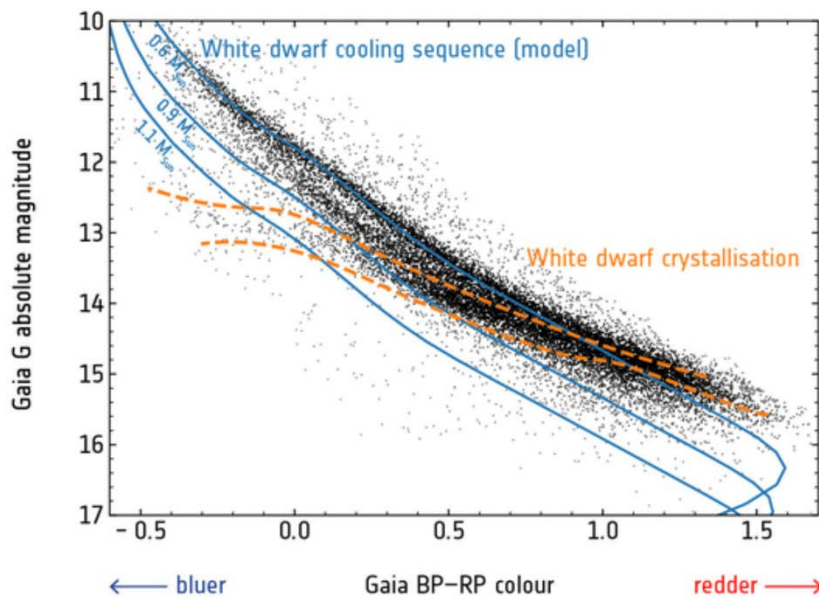


Représentation d'artiste de l'intérieur d'une naine blanche (Source : Mark A. Garlick ; U. Warwick)

Cristallisation des naines blanches

Une naine blanche rayonne vers l'espace l'énergie qu'elle a accumulée ; elle va donc se refroidir et sa luminosité va diminuer. Pendant des milliards d'années la température va baisser très régulièrement, raison pour laquelle les naines blanches ont été utilisées comme des horloges cosmiques pour déterminer l'âge des populations stellaires voisines, comme, par exemple, des amas globulaires. En effet, à partir de leur couleur, on peut connaître leur température et leur âge. Quand la température du cœur atteint 10 millions de degrés, le cœur liquide commence à se solidifier pour former un cristal. Lors du passage à l'état solide, la température va arrêter de baisser et il y aura une émission d'énergie correspondant à la chaleur latente de transition de phase. Le processus est similaire à l'eau

qui se transforme en glace, mais à des températures beaucoup plus élevées.



La contribution de Gaia

La cristallisation des naines blanches avait été prédite il y a 50 ans, mais jusqu'à présent les astronomes n'avaient pas pu observer suffisamment de naines blanches, ni mesurer leurs distances avec assez de précision pour obtenir une confirmation des prédictions. Les astronomes menés par les professeurs Tremblay et Fontaine ont sélectionné 15'000 naines blanches situées à environ 300 années-lumière de la Terre, et grâce aux mesures très précises des distances de ces étoiles obtenues par le satellite Gaia de l'ESA, ils ont pu évaluer leurs

magnitudes absolues avec une précision inégalée. L'analyse de ces données montre un empilement de naines blanches de certaines couleurs et luminosités ne correspondant à aucune masse ni à aucun âge. Ils en ont déduit qu'il s'agissait de l'effet de l'émission de chaleur latente de cristallisation qui ralentissait leur refroidissement et donc la diminution de leur luminosité, les faisant apparaître jusqu'à 2 milliards d'année plus jeunes qu'elles ne le sont en réalité. Ils ont aussi montré qu'il fallait beaucoup plus d'énergie que celle produite par le changement de phase pour expliquer les observations. « Nous pensons que cela est dû à la cristallisation de l'oxygène qui coule ensuite vers le centre de l'étoile (...). Le carbone est alors repoussé vers le haut et cette séparation libère de l'énergie gravitationnelle », explique le Prof. Tremblay.

Pour le soleil, le refroidissement et la cristallisation durera 5 milliards d'années, ce qui nous donne, à partir de maintenant, 10 milliards d'années pour qu'il acquière une structure très semblable à celle d'un diamant.

S. Baumann dite « Bibiche », février 2019

Sources : À la découverte de l'univers, Comins
Des milliers d'étoiles se transforment en cristal, craq-astro.ca, publication du 9 janvier 2019 par turbide esa sciences & technology, news, 9 janvier 2019 Le soleil, un futur diamant, émission CQFD de la Radio suisse romande du 29.01.2019

Qui est Henrietta Leavitt (1868-1921)?



Alors qu'Hélène Courtois, le 1er février 2019 nous fait vibrer avec son travail sur la cosmographie des Galaxies, et nous fait découvrir Laniakea (= horizon céleste immense, en langue hawaïenne) qui est un superamas extragalactique, le plus grand connu à ce jour, elle rend un bel hommage à Henrietta Leavitt dont elle a utilisé le principe d'observation des objets lointains. Mais qui connaît Leavitt ? Et qui connaît Hubble ? ... lui qui a aussi utilisé la loi de Leavitt pour ses observations célestes qui l'amènèrent à la découverte de l'expansion de l'Univers.

Henrietta Swan Leavitt est née le 4 juillet 1868 à Lancaster, dans le Massachusett. En 1886, elle part dans l'Ohio avec sa famille, où elle entre à l'Oberlin Collège où elle choisit l'option musicale qu'elle abandonnera en 1892 au profit de l'astronomie. Elle décide de prolonger ses études au Radcliff College, - Harvard féminin-, afin d'approfondir ses connaissances. Des problèmes de santé vont la ralentir dans l'étude de sa passion : les étoiles. Elle s'y replonge dès 1895, où elle devient l'assistante de Pickering, célèbre astronome et directeur de l'observatoire de Harvard. Comme plusieurs de ses congénères elle est assignée à la photométrie, c'est-à-dire à la luminosité des étoiles. A l'époque, en 1895, l'astronomie est en train de remplacer les observations visuelles par les observations photographiques, ce qui va permettre des résultats plus précis, indispensables quand on étudie les étoiles variables, domaine où excelle Henrietta Leavitt. En superposant des plaques photographiques prises à des moments différents, et

où l'une est en négatif, et l'autre en positif, il est possible de détecter un changement de diamètre de la tache-étoile, et d'en évaluer la variation de luminosité. Leavitt découvrira 2400 étoiles variables, la $\frac{1}{2}$ de celles connues à l'époque, et aussi 4 novae. En 1908, elle publie un catalogue, où elle reprend les 1777 variables qu'elle a découvertes dans le Nuage de Magellan (on ne sait pas à l'époque que cet objet n'appartient pas à notre Galaxie), et elle fait allusion pour la première fois à **sa grande découverte : la relation période- luminosité des céphéïdes, ou étoiles variables.**

Chandelles standards

Pendant 4 ans Leavitt approfondit son étude. Sur 25 variables étudiées, dont les périodes sont comprises entre 1 et 130 jours, elle confirme qu'il existe une relation entre la période et la luminosité absolue de l'étoile. Elle en conclut : **leur période est apparemment associée à leur émission de lumière réelle, déterminée par leur masse, leur densité et leur brillance de surface.** Elles seront appelées « chandelles standard ». En connaissant la distance de ces étoiles, une simple comparaison entre la luminosité réelle de ces chandelles-standard, et la luminosité apparente (mesurée par l'observation) de n'importe quelle autre céphéïde, permettra de déterminer leur distance absolue. En 1912, dans un nouveau catalogue elle étudie de façon précise la courbe de luminosité d'Algol (=delta Persée), étoile variable à éclipses. Elle précise la relation période-luminosité. Elle réalise des expériences pour tenter de déterminer la couleur des étoiles les moins brillantes, et met au point une méthode permettant d'établir un lien précis entre magnitude photographique et visuelle.

On lui demande à elle, la spécialiste, d'établir une liste standard d'étoiles de magnitude connue, qui devra servir à calibrer toutes les autres observations (=déduire la relation entre période et luminosité absolue). Elle analysera 300 plaques photographiques faites à partir de 13 télescopes différents (hémisphère Nord). Elle devra tenir compte de chacune des spécificités des appareils utilisés pour faire les clichés. Elle établit ensuite **sa table standard reconnue internationalement.** Bientôt on lui confie d'autres séquences célestes, ainsi elle va analyser 108 régions du ciel. Au cours de son travail, elle va encourager ses étudiantes les plus prometteuses à poursuivre leur carrière. Bien que

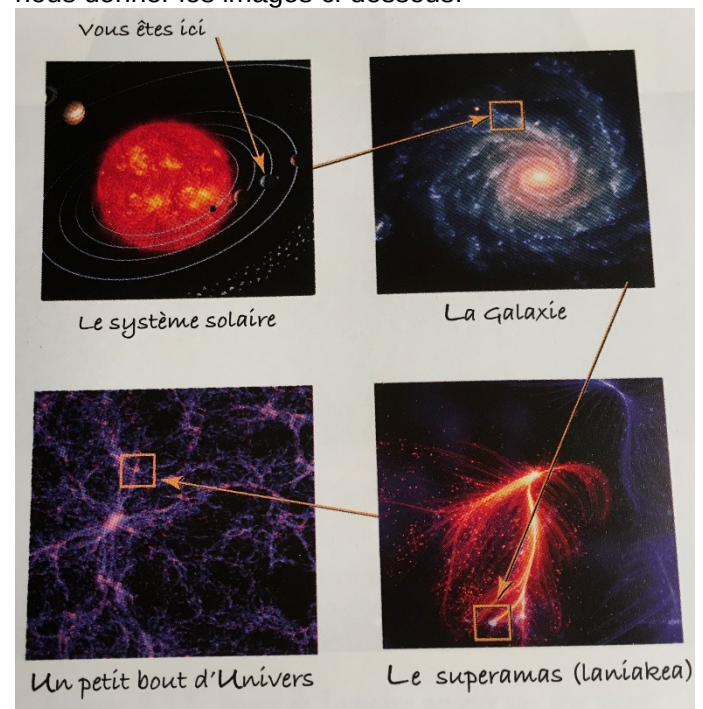
considérée comme la plus brillante des femmes de Harvard, son travail ne sera jamais reconnu de son vivant.

Prix Nobel

En 1925, un professeur de l'Académie des sciences de Suède la sélectionne pour le prix Nobel, hélas, elle était morte en 1921 des suites d'un cancer. Dans la dernière année de sa vie, elle fut promue chef de département de photométrie stellaire. Peu de temps après sa mort sa découverte a été utilisée pour mesurer les distances des Galaxies. Edwin Hubble a pu démontrer ainsi l'expansion de l'Univers. A ce moment Hubble a dit que Leavitt aurait mérité le prix Nobel pour ses travaux.

Aujourd'hui, Hélène Courtois

Depuis les années 1990 Hélène Courtois et ses nombreux collègues, aidés bien sûr par des outils combien plus performants ont utilisé encore la même loi de Leavitt pour explorer les galaxies proches, et d'autres techniques pour les galaxies lointaines, et nous donner les images ci-dessous.



F. Grandjean le 1^{er} mars 2019

Sources : *L'Astronomie au féminin*, de Yaël Nazé, éd. Vuibert-Adapt, 2006. *Voyage sur les flots de galaxies*, éd. Dunod, 2018. Google-Wikipedia.

Le paradoxe du mètre ajouté – par A. Antipas

Supposons la terre parfaitement lisse, sans montagnes ni vallées. Supposons que l'on entoure la terre, suivant un méridien, avec une corde qui touche partout la surface de la terre. Supposons maintenant que l'on rallonge cette corde d'un mètre.

Question : De quelle distance la corde va-t-elle s'éloigner de la surface de la terre ?

Donnez d'abord une réponse intuitive puis faites le calcul en admettant comme rayon moyen de la terre 6'367 km. Et maintenant répétez l'opération avec la Lune en admettant comme rayon moyen de la Lune 1'738 km. Surprenant, n'est-ce pas ? Réponses et démonstration à la fin du CoupolExpress.

Retrouvez les infos des soirées d'observations sur

www.astrac.ch

facebook

Newsletter
(Inscription info@astrac.ch)

Soirées « portes ouvertes sur le ciel ! »



Soirée publique d'observation et d'animation à l'Observatoire chaque premier mardi du mois, à 19h30 en heure d'hiver et à 20h30 en heure d'été.

Visites privées



Les personnes intéressées à organiser la visite privée pour un groupe peuvent nous contacter par e-mail info@astrac.ch.

Bienvenue aux personnes handicapées



L'ASTRAC dispose d'un Handiscope, télescope permettant l'observation en position assise. Pour un meilleur accueil, les personnes à mobilité réduite sont priées d'annoncer leur visite.

L'ASTRAC organise plusieurs fois l'an des soirées Handiscope réservées aux personnes à mobilité réduite. Renseignements auprès de l'ASTRAC : info@astrac.ch



Devenir membre de l'ASTRAC

- Tous les vendredis soirs, notre observatoire est à la disposition des membres. Vous pourrez profiter de l'aide et des conseils de membres plus expérimentés, que ce soit pour apprendre l'utilisation de télescopes ou pour vos instruments personnels.
- En plus de l'entretien de notre matériel, vos cotisations soutiennent les activités que l'ASTRAC organise régulièrement pour le public, les étudiants et même les plus jeunes.
- Cotisation : CHF 60 par année pour les adultes et CHF 30 par année pour les juniors. Inscription : info@astrac.ch

Quelques mots sur l'ASTRAC

Chaque année, l'observatoire de Marcellin reçoit des centaines de visiteurs.

Notre site Internet www.astrac.ch vous informe sur nos activités.

L'ASTRAC est membre de l'Union Romande des Sociétés d'Astronomie www.astrosurf.com/ursa/

Le comité de l'ASTRAC se compose de :

- Sabine André, présidente
- Jean-Marc Lugin, vice-président
- Jean Oberhaensli, secrétaire
- Jean-Marie Alder, caissier
- Kevin Adamina
- Patrick Giller

Réponse au paradoxe du mètre ajouté

En fait, **quel que soit le rayon de la sphère, la corde s'éloigne toujours de 15,9 cm.**

Démonstration : on cherche la différence entre le rayon R' qui résulte après l'adjonction du mètre et le rayon initial R .

$$\begin{aligned} \text{Formule de base : } C \text{ (circonférence)} &= 2\pi R \text{ et } R = \frac{C}{2\pi} \\ R' - R &= \frac{C+1}{2\pi} - \frac{C}{2\pi} = \frac{C+1-C}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} = 0,159 \text{ m.} \end{aligned}$$

EVENEMENTS ASTRAC - 2019

Ve 2 août	Nuit des Etoiles Observation de la voûte céleste et animations dès 20h30.	Sa 31 août	« A la recherche de la Voie lactée » Balade nocturne conviviale. (A lieu par ciel dégagé)
Sa 24 août	Féerie d'une nuit Signal de Bougy, dès 15h Stand de l'ASTRAC. www.feeriedunenuit.ch	Automne 2019	Conférence

Et plus à venir... se renseigner sur www.astrac.ch ou 

Regarder le ciel d'avril 2019 à avril 2020

- **8 avril** : au soir, un fin croissant de Lune, Mars et les Pléiades
- **9 avril** : la Lune est proche d'Aldébaran
- **23 avril** : maximum de l'essaim d'étoiles filantes les Lyrides
- **7 mai** : le fin croissant lunaire est proche de Mars
- **23 mai** : à l'aube, joli duo entre Saturne et la Lune gibbeuse
- **10 juin** : Jupiter est à l'opposition, c'est-à-dire Jupiter se lève quand le Soleil se couche
- **16 juin** : en début de nuit, Jupiter côtoie la Pleine Lune
- **21 juin** : Solstice d'été dans l'hémisphère Nord
- **9 juillet** : Saturne est à l'opposition dans le Sagittaire
- **13 juillet** : la Lune gibbeuse rend visite à Jupiter
- **16 juillet** : éclipse partielle de Lune à 23h32
- **10 août** : au soir, la Lune rend visite à Jupiter
- **13 août** : maximum de l'essaim des Perséides
- **24 août** : la Lune occulte des étoiles des Hyades
- **5 septembre** : au crépuscule, joli ensemble formé de Jupiter, la Lune et Antarès
- **8 septembre** : une Lune gibbeuse est proche de Saturne
- **23 septembre** : équinoxe d'automne
- **27 septembre** : très fin croissant de Lune visible le matin
- **4 octobre** : la Lune est entre Saturne et Jupiter
- **21 octobre** : maximum des étoiles filantes des Orionides
- **27 octobre** : passage à l'heure d'hiver
- **31 octobre** : au soir, la Lune est proche de Jupiter
- **11 novembre** : transit de Mercure devant le Soleil dès 13h40
- **13 novembre** : au matin, la Lune et les amas des Hyades et des Pléiades forment un triangle
- **18 novembre** : maximum des étoiles filantes des Léonides
- **28 novembre** : au soir, passage de la Lune entre Vénus et Jupiter
- **11 décembre** : au soir, Vénus et Saturne sont proches
- **22 décembre** : Solstice d'hiver dans l'hémisphère boréal
- **29 décembre** : la Lune est proche de Vénus.

2020

- **5 janvier** : la Terre se trouve au plus près du Soleil (147'091'142 km)
- **10 janvier** : à 20h10, Eclipse lunaire, type pénombre
- **20 janvier** : au matin, la Lune domine Mars et Antarès
- **3 février** : au soir, la Lune est proche des amas des Hyades et des Pléiades
- **19 février** : à l'aube, Jupiter et Lune sont en conjonction rapprochée
- **27 février** : au soir, Vénus et Lune sont en conjonction
- **8 mars** : la Lune est proche de Régulus
- **18 mars** : Saturne et Lune sont en conjonction
- **20 mars** : équinoxe de printemps. Le Soleil est au point vernal

*Partiellement selon calendrier 2019 Ciel et Espace et avec les applications Redshift et Winstars MZ
09.02.2019*