



TOUR D'HORIZON DES ACTIVITÉS

Janvier est souvent le moment de prendre de bonnes résolutions pour certains. Nous, nous avons fait de même en préparant notre calendrier de l'année. Rien de mieux que de planifier pour réussir nos activités.

La rencontre du début de l'année s'organisa sans contrainte d'animation et avec une collaboration de tous les membres. Érica et Francis tout bonnement ont signifié leur intérêt pour une cabane à sucre et des activités publiques et privées sur la Lune. Voilà le premier coup d'envoi. Jean Paul

souligne le rapprochement de Mars au milieu de l'été et la suggestion d'activités sur les planètes. Les Perséides et la fête de l'Épluchette reviennent.

Tous se mettent à échanger, à rire et à visualiser les éléments qu'il faut vérifier d'ici là pour établir la liste définitive et des lieux et des dates. Après la léthargie de l'hiver que ce sera bon de se mettre à nos télescopes et aux jumelles pour ne rien manquer des trésors du ciel.

Ginette Beausoleil

Réunion mensuelle du club
Mercredi
14 février 2018
à compter de 19h30
chez Gaétan Garceau
353 Rang St Charles,
Saint-Thomas

Conférence
"Déboulonnons quelques mythes
à propos du contraste et du
grossissement"
par Jean Paul Pelletier

Alidade de goniomètre

Après une discussion avec Jean Paul, il me parla d'alidade et bien voici ce qu'est cet objet ancien. Un goniomètre servant, comme son nom l'indique, à mesurer des angles, il s'agit d'un pléonisme, car al idhala veut dire goniomètre en arabe. Dans le cas précis, l'alidade est réglée en position horizontale (pour des raisons pratiques de niveau à bulle) ; l'arête du prisme dont on veut mesurer l'indice est placé sur l'axe de l'alidade.



Alidade, goniomètre météorologique

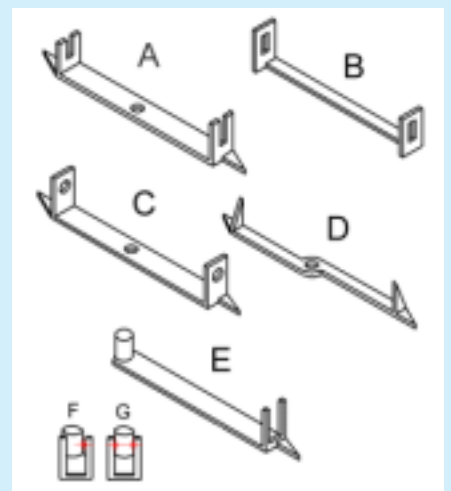
Une branche du compas porte une lampe dont le faisceau est focalisé selon un rayon horizontal par un trou (ou une fente) diaphragme et une lentille. L'autre branche porte une lunette d'axe horizontal avec un oculaire de Huygens (donc à réticule).

On peut ainsi mesurer, pour une lampe à mercure, l'angle de déviation pour chaque raie et donc connaître l'indice n pour chaque longueur d'onde (voir Dispersion de la lumière). Les deux bras du compas dont on veut mesurer l'ouverture peuvent être fixés via un vernier au $1/30$ de degré : il donne ainsi l'angle à 2 minutes près.

Une alidade est une réglette mobile en rotation autour de l'axe vertical ou horizontal d'un instrument permettant la mesure d'angle. Cette réglette est équipée d'un système de visée qui peut être une lunette ou une pinnule de visée à chaque extrémité. Une alidade est utilisée en travaux publics et en navigation pour se repérer, ou encore en

artillerie à fixer l'axe du fût du canon. De ce mot dérive théodolite, longtemps attribué à tort à l'anglais puis au grec, alors qu'il est issu de la même racine arabe, corrompue par emprunt et réemprunte entre l'anglais et le français.

Ginette Beausoleil



LE CIEL DU MOIS, FÉVRIER 2018

Il faut encore se coucher bien tard ou se lever bien tôt pour pouvoir observer les planètes les plus intéressantes au télescope. Un peu de patience et le printemps nous ramènera nos planètes préférées.

Vénus était en conjonction supérieure le 9 janvier, impossible à observer. Au début du mois de février, elle est dans le Capricorne, encore trop basse au-dessus de l'horizon ouest-sud-ouest pour être observée au moment du coucher du Soleil. À la fin du mois, les choses s'améliorent un peu. Elle est rendue dans le Verseau mais elle n'est quand même qu'à moins de 9° au-dessus de l'horizon au moment du coucher du Soleil.

Mercure aussi est dans le Capricorne au début du mois et elle est vraiment trop près du Soleil pour qu'on puisse l'observer. Elle sera en conjonction supérieure le 17 février. À la fin du mois, elle sera dans le Verseau à seulement un peu plus de 6° au-dessus de l'horizon ouest au moment du coucher du Soleil. Ce ne sera donc pas un très bon mois Mercure. Notez cependant qu'elle se rapproche de Vénus: le 3 mars, les deux planètes seront à un peu plus de 1° l'une de l'autre, mais à seulement 10° au-dessus de l'horizon ouest au moment du coucher du Soleil.

Uranus est dans les Poissons. Au début du mois, elle est à plus de 53° au-dessus de l'horizon sud au moment du coucher du Soleil. Elle se couche aux environs de 23h00. À la fin du mois, elle est à plus de 38° au-dessus de l'horizon sud-ouest au moment du coucher du Soleil et elle se couche vers 21h30.

Neptune est dans le Verseau. Au début du mois, elle est à un peu plus de 22° au-dessus de l'horizon sud-ouest au moment du coucher du Soleil. Elle se couche vers 19h30. Elle sera en conjonction avec le Soleil le 4 mars. À la fin du mois de février, elle sera donc déjà trop près du Soleil pour être observée.

Jupiter est dans la Balance. Elle se lève vers 1h30 au début du mois et vers minuit à la fin du mois.



Mars est dans le Scorpion. Elle se lève vers 2h30 au début du mois. Elle ne fait encore qu'un mince 5.6" de diamètre. À la fin du mois, elle est rendue dans le Serpentaire, elle se lève vers 2h15 et son diamètre atteint 6.7". Notez que si elle se lève presque à la même heure au début et à la fin du mois, c'est qu'elle bouge très rapidement d'ouest en est: plus de 16°!

Saturne est dans le Sagittaire. Elle se lève vers 5h00 au début du mois et vers 3h30 à la fin.

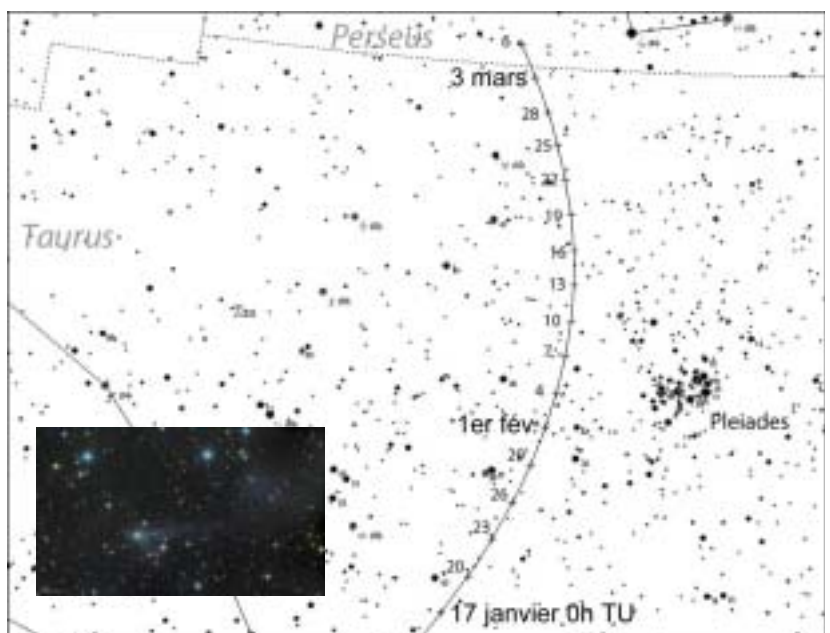
PanSTARRS (C/2016 R2)

Une toute petite comète nous visite présentement. Elle a été découverte le 7 septembre 2016 alors qu'elle n'était qu'à magnitude 19.1. Elle brille présentement à une magnitude de 10.4 dans le Taureau. Elle devrait atteindre son périhélie le 9 mai.

Au télescope, c'est plutôt petit, seulement 4' de diamètre environ. Sa queue est difficile à percevoir visuellement. Mais de nombreux jets de gaz s'échappent du noyau et elle est suivie par un curieux nuage de gaz bleuté. Cette forte activité pourrait nous réserver des surprises à mesure que la comète se rapproche du Soleil.

Sur la carte ci-contre, sa position est indiquée par intervalles de 3 jours à 0h TU (soit 19h00 HNE).

Bonne observation!



LA GALAXIE OVNI

C'est quand la dernière fois que vous avez observé un objet dans le Lynx? En tout cas, en ce qui me concerne, je n'y vais pas très souvent. C'est une constellation peu brillante et donc un peu moins attirante. D'ailleurs, on dit qu'elle s'appelle "le Lynx" non pas à cause d'une quelconque ressemblance avec l'animal, mais plutôt parce qu'il faut des yeux de lynx pour la voir! Le Lynx n'est pas réputé pour contenir des objets spectaculaires. Si je me souviens bien, la dernière fois où j'ai observé un objet dans cette constellation, c'était l'amas globulaire NGC2419, surnommé "le vagabond intergalactique". Mais auparavant, j'y avais déjà vu autre chose qui m'avait particulièrement frappé. NGC2683 a été surnommée "la galaxie OVNI" par l'équipe du "Astronaut Memorial Planetarium and Observatory" à Cocoa en Floride, à cause de sa forme qui rappelle une soucoupe volante dans les anciens films de science-fiction.

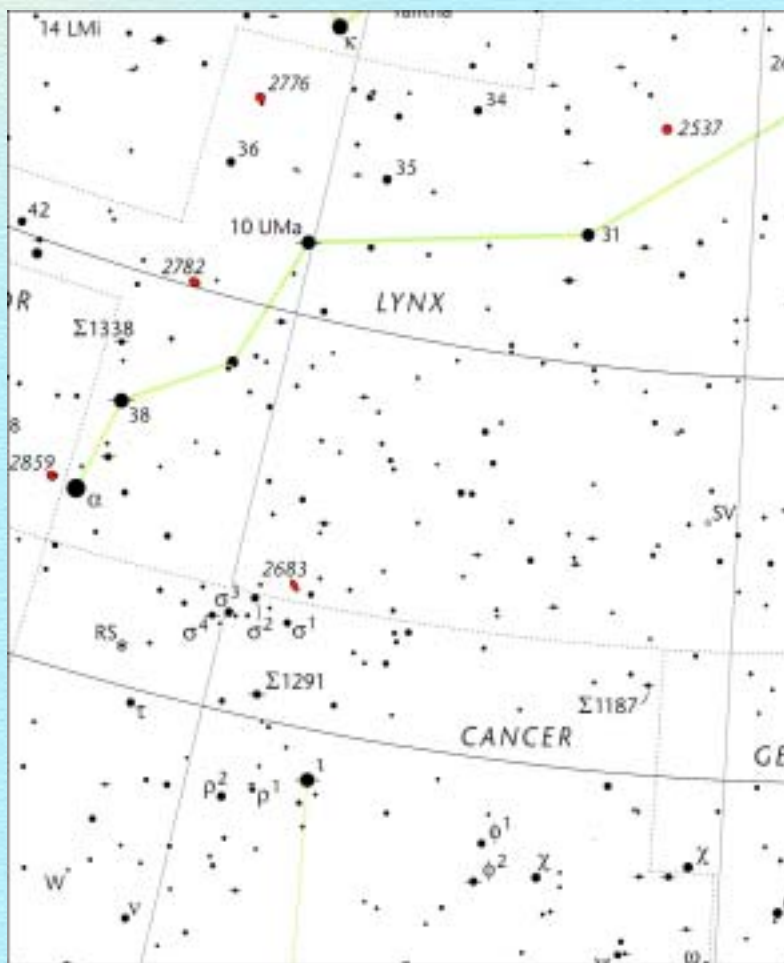
Elle brille à une magnitude de 9.6 et ses dimensions sont très respectables : 9.3' x 2.2'. C'est la galaxie la plus brillante qu'on puisse trouver dans le Lynx. Une très belle galaxie vue par la tranche. De plus, elle est très proche de nous, soit entre 16 et 29 millions d'années-lumière selon diverses estimations. Les plus récentes estimations sont de l'ordre de 25 millions d'années-lumière. On croit qu'il s'agit d'une galaxie solitaire puisqu'on n'a pas réussi à l'associer à un amas quelconque de galaxies. Elle a été découverte par William Herschel le 5 février 1788.

La galaxie peut être vue dans n'importe quel instrument. Elle se présente comme un mince trait de lumière ressemblant à une aiguille argentée. Dans un 8 pouces, on voit le centre brillant ainsi qu'une certaine texture sur la surface, particulièrement du côté sud-est.

On trouve cette belle galaxie à 4° 50' au nord de Iota (ι) Cancri (mag. 4), tout près de la frontière entre le Cancer et le Lynx. À environ 4° au nord-nord-est de Iota Cancri, on peut voir une petite étoile de magnitude 5.6. C'est Sigma¹ (σ^1) Cancri et la galaxie se trouve à un peu moins de 1° directement au nord. En fait, la galaxie NGC2683 forme un triangle équilatéral de 1° de côté avec Sigma¹ (σ^1) Cancri et une troisième étoile, Sigma² (σ^2) Cancri.

Même dans les recoins les plus perdus de nos cartes célestes, on peut trouver des objets fascinants. Il ne faut pas se laisser bernier par la pâleur de certaines constellations. Bonne observation.

Jean Paul Pelletier



L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE PAR BATTERIE

Lorsque l'on alimente son télescope à l'aide d'une batterie 12 volts il est important de comprendre certains concepts pour s'éviter des problèmes. Que l'on alimente le télescope lui-même, ou encore des bandes chauffantes, il est bien avisé de maîtriser quelques notions électriques. Le type de batterie à utiliser devrait être du type à décharge profonde ce qui n'est pas le cas des batteries d'auto ni des booster battery pack. Il faut rechercher des batteries avec la mention AGM – décharge profonde qui sont conçues pour le type d'utilisation que nous en faisons.

La capacité d'une batterie est déterminée par la quantité d'ampères-heures quelle peut livrer. L'ampère est une mesure du courant électrique. Si la batterie a une capacité de 15 ampères-heures elle peut donc fournir 15 ampères pendant une heure ou 5 ampères pendant 3 heures ou encore 1 ampère pendant 15 heures. Cette capacité est cependant difficilement mesurable, on doit donc se fier au voltage de la batterie qui lui diminue légèrement au fur et à mesure que la batterie se vide. Selon Kendricks Astro, il est impératif de ne pas descendre en dessous de 11.6 volts avant de recharger.

Pour avoir toujours l'œil sur la capacité restante il serait bien avisé d'ajouter au circuit d'alimentation un petit voltmètre rouge que l'on peut trouver sur ebay.ca pour 2\$ à 3\$ seulement ainsi qu'un interrupteur et un disjoncteur. Le voltmètre se branche en parallèle avec la batterie et n'utilise que quelques millièmes d'ampère pour l'affichage.

Une batterie perd malheureusement de sa capacité avec le froid. Mais à ce moment le voltmètre nous l'indiquera. Ce qui fait qu'une batterie n'est pas éternelle, à part le mauvais traitement, est le fait que la résistance interne de la batterie va augmenter avec le temps. De ce fait une partie de la puissance va se perdre en cours de route jusqu'à ce qu'éventuellement elle ne puisse plus délivrer grand-chose. Parfois une ou plusieurs cellules sont court-circuitées et la batterie ne peut délivrer que 10 volts ou 8 volts seulement.

Pour estimer la capacité d'une batterie pour une application donnée, il faut additionner la charge des composants qui y seront raccordés multiplié par le nombre d'heures que l'on pense l'utiliser et y ajouter une marge de manœuvre. Voici un bref exemple fictif : Télescope GOTO environ 2.5 AH (ampères-heures) + Bande chauffante et contrôleur 0.8 AH.

Une utilisation pendant 5 heures nous donne donc $3.3\text{AH} \times 5 = 16.5\text{AH}$ donc une batterie AGM à décharge profonde de 20AH serait une bonne candidate dans ce cas.

Une petite formule électrique pratique: $V = R \times I$ Voltage (Volts) = Résistance (Ohms) x Courant (I pour Intensité en Ampères).

Donc si $V = R \times I$ on peut aussi dire que $I = V / R$ et que $R = V / I$.

Exemple : si on mesure la résistance d'une bande chauffante à 15 Ohms on peut connaître le courant qui la traversera par l'équation $I = V/R$ car V valant 12 Volts divisé par R valant 15 Ohms on obtient .8 ampères.

Dernier point : Ne vous surprenez pas si votre batterie une fois chargée vous donne un voltage de 13.6 volts. Une batterie 12 volts se compose de 6 cellules de 2+volts en série. Ces cellules ont souvent plus de 2 volts ce qui fait qu'additionnées on se retrouve avec une batterie dite 12 volts qui affiche 13.6 volts. Notez également qu'un chargeur avec arrêt automatique est un excellent investissement pour prolonger la vie de vos batteries.

Sur ebay.ca, rechercher: DC 4.5-30V Digital Voltmeter Red.

Serge Lachapelle



SAVIEZ-VOUS QUE...

Vera Rubin



Vera Rubin en 1948
à Vassar College

Vera Ruben – née le 23 juillet 1928 et décédée le 25 décembre 2016 – astronome américaine connue pour son étude sur la vitesse de rotation des étoiles et dans les galaxies spirales. Elle consolida l'hypothèse de la présence de matière noire dans la périphérie des galaxies. Cette théorie avait déjà été présentée par l'astrophysicien suisse Fritz Zwicky en 1933, mais c'est la chercheuse américaine qui en a confirmé l'existence

Décider d'être astronome pour une femme demandait beaucoup de travail, de conviction et de persévérance. Toute sa vie durant, Vera Rubin devra forcer des portes, ou trouver d'autres entrées. Princeton ne veut pas de femmes dans son département d'astronomie. Elle va à Cornell, où l'équipe est si réduite qu'elle ne dérange personne. De même, elle n'est pas acceptée dans le séminaire du grand George Gamow, qui ne veut pas de « femmes mariées ».

Après quelques années à l'université de Georgetown, elle intègre, en 1965, le Carnegie Institution for Science de Washington. Mais surtout, elle obtient le droit d'aller observer ses chères étoiles à l'observatoire du mont Palomar, en Californie. Une première pour une femme.

C'est en 1970, en étudiant les astres en rotation dans la galaxie d'Andromède, que Vera Rubin, avec son collègue Kent Ford, fait sa grande découverte : les étoiles situées à la périphérie tournent aussi vite que celles du centre.

Selon la théorie d'Albert Einstein, elles devraient alors être expulsées par la force centrifuge. L'astronome fait donc une proposition : une matière invisible permet de retenir les étoiles. Invisible car n'interagissant pas avec la matière normale, ne produisant donc aucune lumière. Elle relance ainsi une idée émise en 1930 par l'astronome suisse Fritz Zwicky. D'autant que ce constat est confirmé dans d'autres galaxies, puis

à l'échelle supérieure des amas de galaxies.

Sauf que quarante-six ans plus tard – aujourd'hui, donc –, personne n'est encore parvenu à « capturer » cette matière noire, qui, selon les calculs, constitue 85 % de la masse de l'univers: ni les détecteurs installés aux quatre coins du globe, ni le LHC du CERN à Genève, qui tente de produire ces fameuses particules.

Des théories alternatives ont donc vu le jour, qui viseraient à corriger les lois d'Einstein. De quoi refroidir un jury du Nobel déjà peu enclin à récompenser des femmes. Plutôt que de s'en lamenter, Vera Rubin préférerait œuvrer pour pousser les jeunes filles vers la science. En dénonçant « la manière dont on élève les filles, et ça commence très tôt ». Mais surtout en vantant « la beauté de la science » : « Je me demande parfois si j'aurais pu étudier les galaxies si elles étaient laides, comme ces limaces qui peuplent mon jardin, confiait-elle. Franchement, je ne suis pas sûre. »

A l'annonce de sa mort, de nombreux astronomes lui ont immédiatement rendu hommage. « Vera Rubin était un trésor national et un exemple pour les jeunes scientifiques », a déclaré Matthew P. Scott, président de la Carnegie Institution of Science.

Denis Douville

Source : Le monde Science, 27 décembre 2016.



LES OBJETS CALDWELL

Caldwell 46 ou **NGC 2261** est une nébuleuse par réflexion variable située à $\sim 2\,500$ a.l. (~ 766 pc) de la Terre dans la constellation de la Licorne. Elle est illuminée par l'étoile R Monocerotis de Hale (R Mon), qui n'est pas directement visible.

NGC 2261 est l'objet de la première lumière du télescope de Hale de l'observatoire du Mont Palomar le 26 janvier 1949, soit 20 ans après le début de la construction de l'observatoire de Palomar en 1928. Edwin Hubble avait précédemment étudié la nébuleuse à l'Observatoire Yerkes et à l'Observatoire du Mont Wilson.

Une explication proposée pour expliquer la variabilité est que des nuages de poussières denses proche de R Mon obstruent périodiquement la lumière provenant de l'étoile.



NGC 2261

Caldwell 47 ou **NGC 6934** est un amas globulaire situé

dans la constellation du Dauphin.

Les amas globulaires parcourent le halo de notre galaxie, la Voie lactée. Reliés par gravitation, ces groupements sphériques de plusieurs centaines de milliers d'étoiles sont anciens, plus anciens que les étoiles du disque galactique. En fait, les mesures de l'âge des amas globulaires contraignent l'âge de l'Univers (il doit être plus ancien que les étoiles!) et la détermination plus précise de la distance des grappes fournissent un échelon sur l'échelle de distance astronomique. L'amas globulaire NGC 6934 se trouve à environ 50 000 années-lumière dans la constellation du Dauphin. À cette distance, cette image nette de la caméra perfectionnée de Hubble couvre environ 50 années-lumière. L'âge des étoiles de l'amas est estimé à environ 10 milliards d'années.



NGC 6934

Source : fr.wikipedia.org, APOD.

Dominic Marier

UNE BELLE ÉTOILE ROUGE DANS ORION

Bételgeuse n'est pas la seule étoile rouge dans Orion. Bien sûr, c'est la plus brillante, mais il y en a d'autres qui sont très intéressantes. W Orionis est une géante rouge variable au carbone située à une distance d'environ 1200 années-lumière. Elle varie de magnitude 4.4 à 6.9 sur une période de 212 jours.

Elle a été découverte en 1868 par Angelo Secchi à l'Observatoire du Vatican.

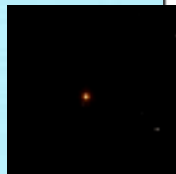
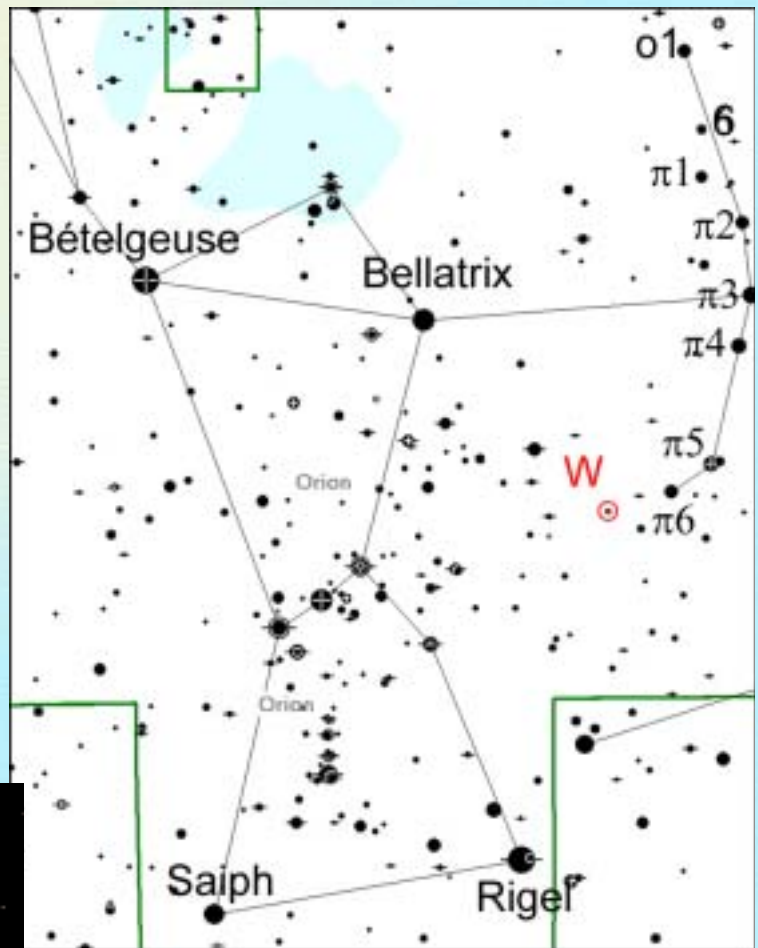
Cette larme de sang sur un fond noir dépourvu d'autres étoiles brillantes est très agréable à regarder.

Elle est aussi très facile à trouver. Elle se trouve à 1.5° est-sud-est de π^6 (π^6) Orionis, l'étoile à l'extrémité sud du bouclier d'Orion (ou de l'arc?).

Orion est une constellation riche. On y trouve de tout, (sauf des galaxies...). Son plus gros problème, c'est M42 qui vole la vedette à tout le reste, même à l'autre objet Messier qu'elle abrite. W Orionis... ne détrônera certainement jamais M42 comme plus bel objet dans Orion mais allez quand même voir.

Bonne observation!

Jean Paul Pelletier

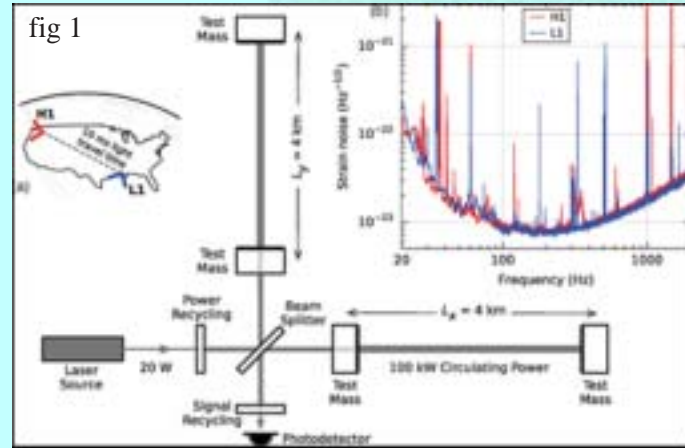


ONDES GRAVITATIONNELLES 2 : NOUVELLES DÉTECTIONS ET KILONOVA

En avril 2016, il y a près de deux ans, je vous rapportais, dans *L'Observateur*, l'annonce, le 11 février de la même année, de la découverte, par la collaboration LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory; figure 1) et Virgo (nommé

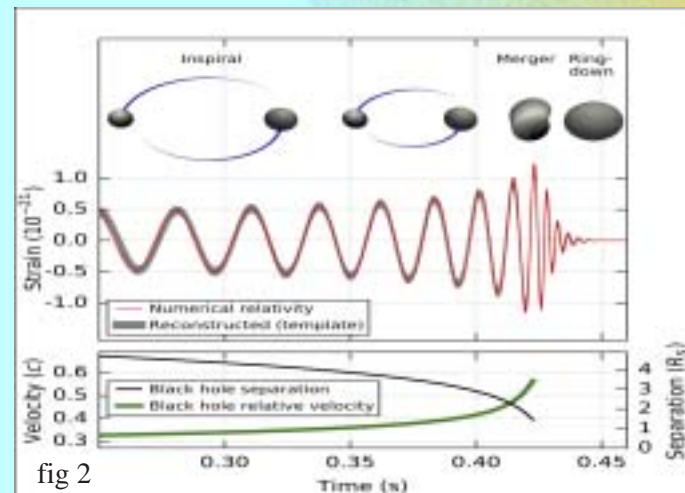
en reparle dans quelques instants.

En janvier dernier, dans le numéro de février de *Sky and Telescope*, je lisais deux articles qui traitaient d'ondes gravitationnelles : LIGO aperçoit ses plus petits trous noirs à date (traduction libre; p11) et



d'après l'amas de galaxies de la Vierge) de la première onde gravitationnelle prédite par la relativité générale d'Einstein (GW150914 : Gravitational Wave 2015-09-14; voir figure 2). Mon intérêt pour ces ondes,

s'agit d'un excellent ouvrage de vulgarisation faisant le tour de la question de la gravitation, d'Aristote, en passant par Galilée, Newton et Einstein, à la gravitation quantique. Il poursuit la gravitation et ses effets, du Big Bang à nos jours, en



générées dans le tissu de l'espace-temps par des masses en mouvement, s'est maintenu si bien que, dans le temps des Fêtes, j'ai lu un livre sur le sujet : *À la poursuite des ondes gravitationnelles*, de Pierre Binétruy, éd. Dunod, septembre 2016. Je vous

passant par l'inflation, la formation des corps célestes, l'expansion de l'univers, la masse sombre et l'énergie du vide. Il positionne la gravitation parmi les autres forces



fondamentales et traite de la recherche de théories unificatrices. Enfin il explique la nature des ondes gravitationnelles, la manière de les détecter (par interférométrie au laser), l'histoire de la première détection et l'avenir de la recherche.

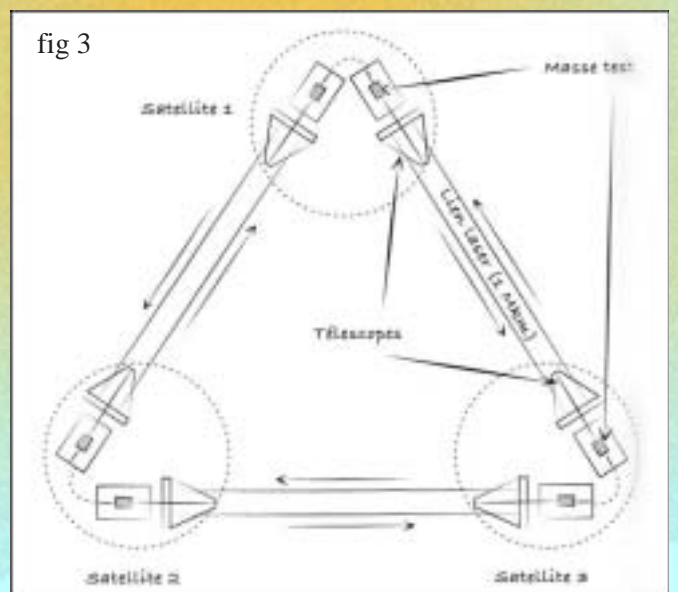
À ce propos, il nous explique, à la fin de son livre, que la durée et la fréquence de l'onde gravitationnelle dépend de la vitesse des masses en mouvement. Ainsi, les observatoires actuels, LIGO et Virgo, avec la longueur de leur bras d'environ 4 et 3 kilomètres, peuvent détecter des ondes de l'ordre de 10 à 100 Hz, ce qui correspond à des masses de quelques dizaines de masses solaires en rotation spiralée vers une collision (ces ondes ne durent que quelques fractions de seconde). Si l'on veut observer la fusion de trous noirs super massifs ou le rayonnement fossile des ondes gravitationnelles (l'équivalent des micro-ondes fossiles), il faut observer des fréquences beaucoup plus basses de l'ordre du milli Hz.

À la poursuite des ondes gravitationnelles

D'abord, un mot sur le livre de Pierre Binétruy. Il

explique la nature des ondes gravitationnelles, la manière de les détecter (par interférométrie au laser), l'histoire de la première détection et l'avenir de la recherche.

Pour détecter ces fréquences, l'observatoire-interféromètre doit avoir des bras de l'ordre du million



suite en page 8

ONDES GRAVITATIONNELLES

2...

suite de la page 7

de km; on doit aller dans l'espace. Binétruy nous présente donc le projet eLISA (evolved Laser Interferometer Space Antenna) de l'Agence spatiale européenne, dont le lancement est prévu en 2034 (figure 3, tiré de Binétruy). Il s'agit de trois satellites équidistants de 2,5 millions de kilomètres placés dans l'espace en orbite autour du Soleil et porteur chacun de deux masses tests dont l'interférométrie au laser va mesurer le déplacement par les ondes gravitationnelles.

On calcule, par exemple, que deux trous noirs super massifs en orbite l'un de l'autre perdent de l'énergie sous forme d'ondes gravitationnelles. La perte de cette énergie entraîne la diminution de leur distance et ultimement une fusion des deux masses dans une spirale accélérée. L'accélération des masses va émettre des ondes gravitationnelles qui vont pouvoir être détectées une année avant la fusion. Vous pouvez voir le tracé attendu de la fusion d'un trou noir stellaire et d'un trou noir massif à la figure 4 (tiré de Binétruy).

gravitationnelles en 2015, cinq autres événements ont été enregistrés pour un total de six. Cinq d'entre eux concernent la fusion de deux trous noirs de l'ordre de la dizaine de masses solaires, dont le premier était à 1,3 milliard d'années-lumière de nous. Le cinquième événement (chronologiquement), GW170817, avait un petit quelque chose de particulier : il s'agissait de la fusion de deux étoiles à neutrons (figure 5). Il



fig 5

a donné lieu à la première étude astronomique « multi messagers ». En effet, l'événement, qui a démontré une kilonova, a été observé et étudié, grâce à la collaboration de 3600 physiciens et



Une kilonova est un phénomène transitoire, 100 fois plus brillant qu'une nova (effondrement d'une naine blanche), qui se produit lors de la fusion de deux étoiles à neutrons dans un système binaire ou de la fusion d'un trou noir et d'une étoile à neutrons. Le terme a été créé en 2010 et la première kilonova a été observé par Hubble en 2013 à 4 milliards d'années-lumière de la Terre (figure 6).



fig 6

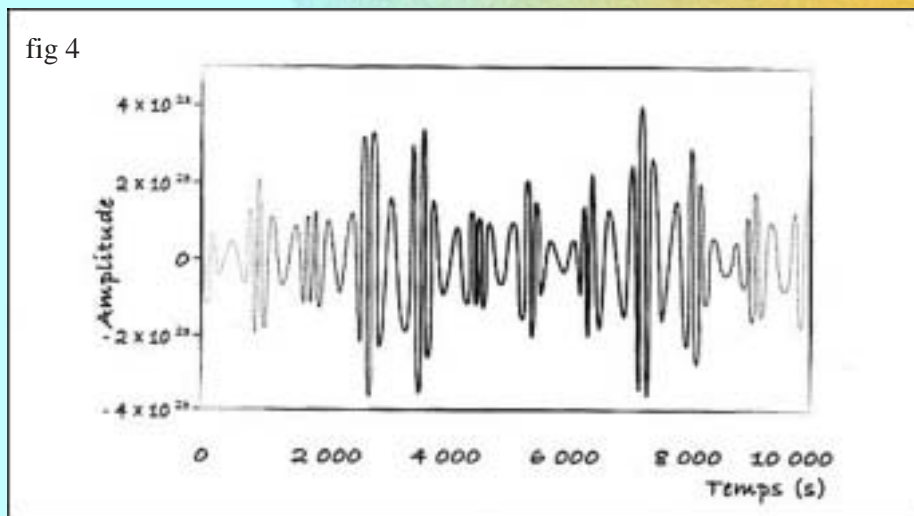


fig 4

Kilonova

Sky and Telescope pour sa part, dans deux articles différents, rapporte que, depuis la première détection d'ondes

astronomes de plus de 900 institutions à travers le monde, en rayons Gamma, en rayons X, en lumière visible et en ondes gravitationnelles.

D'abord qu'est-ce qu'une kilonova?

La détection de l'onde gravitationnelle du 17 août 2017 a été rapidement suivie de l'observation d'un sursaut de rayons Gamma. Puis, quelques jours plus tard, de rayons X et enfin de lumière visible, une kilonova à 130 millions d'années-lumière. L'étude spectroscopique de cette lumière a démontré la présence d'éléments plus lourds que le fer (les terres rares, entre autres), mais stables, qu'on ne retrouve pas dans les supernovæ. Un des éléments trouvé en abondance est l'or, l'équivalent de la masse de la Lune ou de la Terre selon les évaluations. Je ne sais pas si ça explique l'étrange attirance de l'humanité pour ce métal, mais ça fait une « grosse garnotte »!

Si le sujet vous intéresse, je vous encourage à faire ces deux lectures. On est dans le futur, comme dit l'annonce.

Jean-Claude Berlinguet