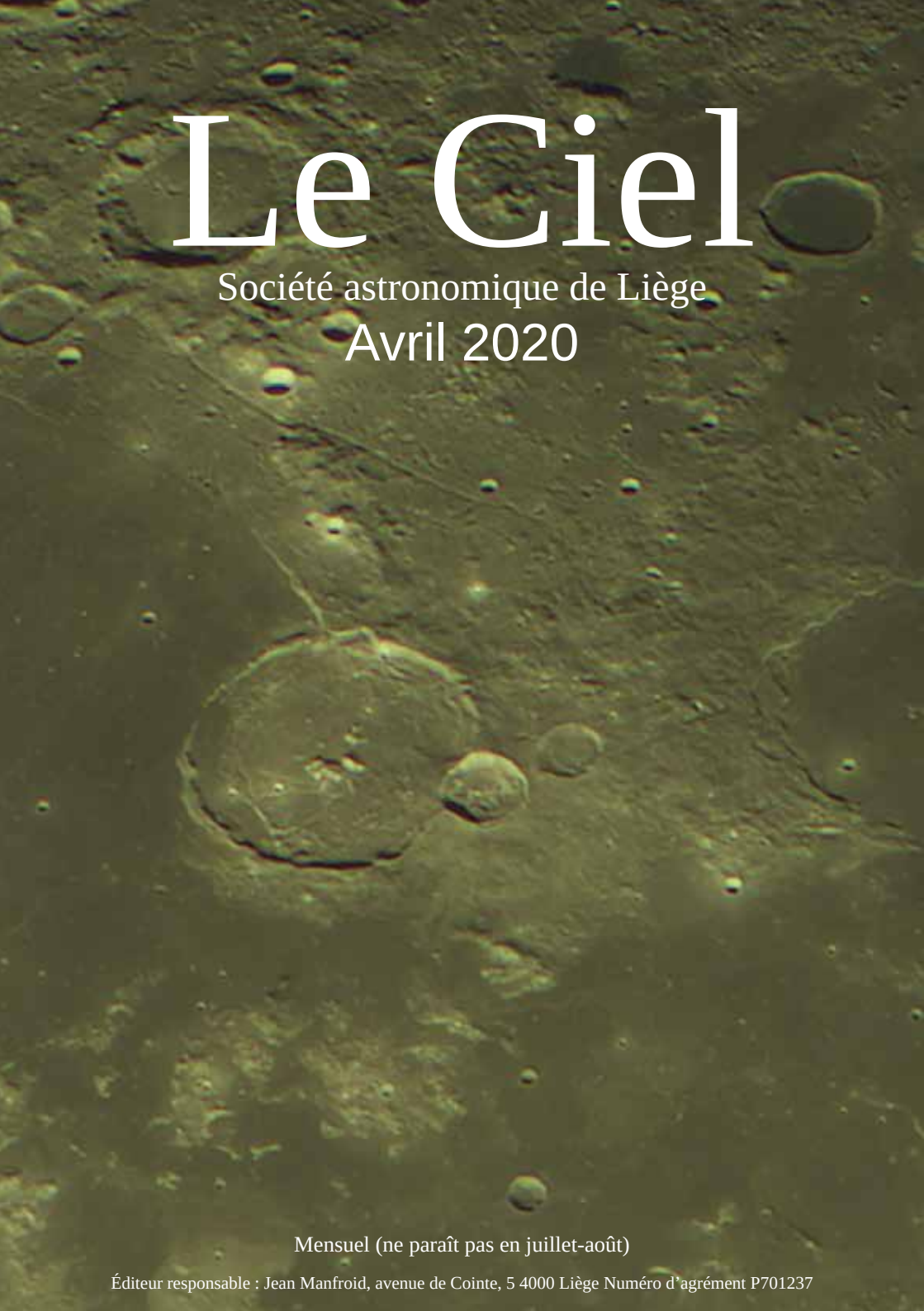
Le Ciel

Société astronomique de Liège

Avril 2020



Mensuel (ne paraît pas en juillet-août)

Éditeur responsable : Jean Manfroid, avenue de Cointe, 5 4000 Liège Numéro d'agrément P701237

Le Ciel ISSN 0771-3010

Bulletin de la **Société astronomique de Liège**

La **SAL** regroupe les amateurs d'astronomie de la région liégeoise, sans distinction de qualification ou de profession. Tél. : 0471/55.77.56

Envoyez votre courrier au ***président,*** M. Sojic, ou au ***rédacteur,*** J. Manfroid, à l'observatoire, avenue de Cointe 5, 4000 Liège, ou par mail : marko_sojic@yahoo.com ou marko.sojic@uliege.be

Communiquez tout **changement d'adresse** à : Raphaël Van Heers raphaelvanheers@gmail.com
Tél. : 0474/96.67.29

Autres adresses de contact :
Secrétaire : Gaëtan Greco, rue Charles Martel 20, 4040 Herstal.
Trésorier : J.M. Servais, rue Joseph Leclercq, 144, 4610 Beyne-Heusay astro.jm.servais@gmail.com
Tél. 04/358.21.91 ou 0467/62.46.81

Cotisation annuelle à verser au compte IBAN BE93 0011 5143 5567 (BIC GEBABEBB) de la SAL, avenue de Cointe 5, 4000 Liège. Cotisations 2020 : individuelle 29 € – familiale 34 € – protecteur 44 € – étudiant 19 €. Supplément de 5 € pour les envois hors Belgique.

La **bibliothèque** est accessible aux membres avant les conférences. Le prêt est gratuit.
Contact : Gaëtan Greco, rue Charles Martel 20, 4040 Herstal (0496/53. 28. 99) g_gaetan@hotmail.com

La **boutique** est accessible à l'entrée des conférences, et auprès de J.M. Servais au 0467/62.46.81

Prêt d'instruments d'initiation (4 Dobson de 200 mm de diamètre) pour six mois.
Contacter Pierre Ponsard au 0468/09.25.11 ou pierre.ponsard@teledisnet.be

Observations : l'observatoire de la SAL est situé à Nandrin et celui de Pierre Ponsard à La Fosse. Veuillez vous référer à notre bulletin mensuel et/ou à notre compte Facebook pour connaître les dates des séances d'observation. Une liste de distribution **Cielobs** est disponible sur inscription auprès de Patrick Dumoulin : patrick.dumoulin@teledisnet.be
Voir pour les inscrits : https://groups.google.com/forum/#!forum/cielobs

Sites web : www.societeastronomique.uliege.be www.facebook.com/SocieteAstronomiqueLiege

Instagram : @astroliege **Courriel :** sal@societeastronomiquedeliege.be

Découvrez la Maison de la Science

Vous aimez les sciences, vous voulez les faire découvrir à vos enfants, vous voulez illustrer votre cours de sciences, alors, rendez-vous à la Maison de la Science. Animateurs scientifiques chevronnés, expériences interactives et insolites, ateliers pédagogiques, collections du patrimoine scientifique universitaire… et bien d'autres choses encore, vous y attendent !
Ouverture : lundi à vendredi de 9 à 12 h 30 et de 13 h 30 à 17 h, samedi et dimanche de 14 à 18 h ; en juillet et août tous les jours de 13 h 30 à 18 h.
Tarif : visite guidée d'une durée de 1 h à 1 h 30 pour tout public 4€ par personne.

D'autres possibilités pour les groupes scolaires ou non vous sont offertes, vous trouverez toutes les informations sur le site : www.maisondelascience.uliege.be/

Le Ciel

Volume 82 **avril 2020**

196 Vie de la société

198 Astronomie dans le monde : Expansion de l'Univers – La galaxie lenticulaire IC 676 – Amas Price-Whelan 1 – Bételgeuse – FRB périodique – Trous noirs de galaxies naines – La nébuleuse Oméga – TOI 700 d – Amas de Coma et de Persée – NGC 6240 – L'eau de Mars – Phosphore

224 Ciel du mois

225 Où chercher les planètes ?

226 Éphémérides du mois

227 Les observateurs : Conjonction de Vénus et des Pléiades – La Lune est-elle visible en journée ? – Visite de l'athénée royal de Soumagne – La Lune au plus près de la Terre

231 Dessiner le ciel profond au XXIe siècle

240 Titine

241 Joyaux cosmiques : NGC 2022 – NGC 2359

243 Galerie astro

La **Lune** photographiée le 6 février par Philippe Demy depuis son observatoire de Soiron (Pepinster). Région de Mare Humorum avec le cratère Gassendi. Lunette Skywatcher Equinox 120ED et monture Orion Sirius EQ-G. Caméra ZWO ASI120MC-S. Barlow Televue × 3. Composite de 1880 images.

ClimatePartner
impression climatiquement neutre

Nos annonceurs : p. 194, La Maison de la Science ; p. 256, AST Optics – Astromarket.org, Optique Buisseret.

Vie de la SAL

Au centre d'accueil à l'observatoire de Cointe. *Entrée par l'avenue des Platanes 17*

Planétarium : Il est accessible **au public** le deuxième samedi du mois à 16 h et **aux écoles primaires et secondaires** pendant la période scolaire. Autres visites de groupes possibles.
La réservation est indispensable :

- Pour les **séances publiques**, contact : Renaud Paquay 0471/55 77 56 ou renaud.sal@gmail.com
P.A.F. 4 € pour les membres et les étudiants, et 5 € pour les autres personnes.

- Pour les **écoles**, appeler la Maison de la Science au 04/366 50 04 pendant les heures de bureau.

Autres activités à Cointe :
- Radioastronomie le dernier mercredi du mois de 14 à 17 h.
- Autres réunions annoncées dans le bulletin.

Conférences et bibliothèque

À 19 h 30 *à l'**institut de physiologie**, 17 place Delcour, 4020 Liège.*
*P.A.F. **:** 0,5 € pour les membres, 1 € pour les étudiants, 3 € pour les non-membres.*
Bibliothèque ouverte avant les conférences de 18 h 30 à 19 h 30 ou sur rendez-vous à convenir avec le bibliothécaire Gaëtan Greco.

Observations à La Fosse et à Nandrin

Pierre Ponsard invite nos membres aux dates ci-dessous. L'adresse de l'observatoire est : **route Napoléon à 6960 Manhay (La Fosse)**. Vous pouvez contacter Pierre au 0468/09.25.11 pour toute information ou en cas d'incertitude météo. Pensez aussi à consulter régulièrement notre page Facebook où les changements de dernière minute seront annoncés.

Lune	Date	Heure	Remarques
PQ le 01	Ven 03/04	21 h 30	Conjonction Vénus – Pléiades
NL le 23	Ven 24/04	22 h	
PQ le 30	Jeu 30/04	22 h	

Esteban Fernandez reprend les observations à **Nandrin** le 3e samedi du mois pour les membres et sous réservation au 0493/44.05.87

DQ le 14	Sam 18/04	21 h 00	*En cas de mauvais temps la séance sera reportée au samedi suivant*

Autres activités

avril

Samedi 11	Séance de Planétarium à Cointe à 16 h sur réservation.
Vendredi 24	**Conférence** par Gaëtan Greco : *« Les 30 ans du Télescope Spatial Hubble »*
Mercredi 29	Radioastronomie de 14 à 17 h.

La conférence du mois

Ce vendredi 24 avril à 19 h 30, nous avons le plaisir d'accueillir une nouvelle fois notre secrétaire et bibliothécaire Gaëtan Greco bien connu de nos membres pour ses conférences passionnantes et ses méticuleux comptes rendus des ouvrages acquis à la bibliothèque. Voici comment il nous présente le sujet de ce soir :

Les 30 ans du Télescope Spatial Hubble
C'était en avril 1990, la matin d'un printemps timide, sur la façade atlantique de la Floride. Un fracas assourdissant s'éleva soudain d'une vaste structure de métal et de béton, et dans la furie de cette explosion contrôlée, la navette spatiale Discovery quittait la surface de la Terre. Lové dans sa soute, un télescope prenait son élan pour une ronde inlassable à six-cents kilomètres d'altitude. Là, hors de l'atmosphère, l'obscurité de la nuit possède une épaisseur et une tranquillité parfaites, inconnues des observatoires établis au sol. Il n'y a plus de conditions favorables à chercher ni attendre, un instrument d'optique comme le Télescope Spatial Hubble ne trouve de limite qu'en lui-même. Trente ans durant, les miroirs de Hubble ont reflété une large variété de scènes dans l'Univers proche et lointain : les sables martiens soulevés en tempêtes, le velours des poussières interstellaires nimbées par la lueur fluorescente des nébuleuses, la forme torturée de jeunes galaxies semblant s'entre-dévorer pour grandir. Ces trois décennies de contemplation n'ont pas été une longue dérive solitaire dans le vide. À cinq reprises, des navettes, aménagées en ateliers techniques volants, se sont élancées à la rencontre de l'observatoire satellisé, pour ouvrir autant de nouveaux chapitres dans la carrière, résumée lors de cette conférence-anniversaire, d'un instrument qui se compte aujourd'hui parmi les plus célèbres de l'astronomie.

Gaëtan Greco

Nouveau à la bibliothèque

Nous continuons un cycle cosmologique dans les rentrées en catalogue, avec ce mois *Le Côté obscur de l'Univers* d'Hervé Dole. Dans l'ensemble, c'est une mise au point sur les progrès récents dans l'observation de précision en cosmologie. Directement impliqué dans le programme de cartographie *Planck*, l'auteur consacre une bonne partie de l'ouvrage aux résultats de cet observatoire spatial. Ce compte rendu au ton plutôt personnel va cependant plus loin que le journalisme d'actualité scientifique, et en plus d'un résumé de la mission, on appréciera le rappel des questions posées au départ des principales campagnes actuelles de recherche, ainsi que quelques détails sur les méthodes d'acquisition et de traitement des données. Le livre oscille donc entre une synthèse de l'actualité récente et l'annonce de projets contemporains qui devraient porter leurs fruits dans un avenir proche – la seconde moitié des années 2020.

Gaëtan Greco

L'astronomie dans le Monde

Expansion de l'Univers

Basé sur un communiqué HST

Des astronomes ont utilisé le télescope spatial Hubble pour mesurer le taux d'expansion de l'Univers au moyen d'une technique indépendante des précédentes.

Mesurer la valeur exacte de la vitesse d'expansion de l'Univers a été l'un des plus grands défis de l'astrophysique ces dernières années. C'est la clé qui permettrait de déterminer l'âge, la taille et le destin du cosmos. La nouvelle étude renforce l'idée que de nouvelles théories pourraient être nécessaires pour expliquer les découvertes des scientifiques. Elle confirme l'écart troublant qui existe entre le taux d'expansion, appelé constante de Hubble, calculé à partir de mesures de l'univers local, et le taux prédit par le rayonnement de fond dans l'univers primitif, une époque antérieure à l'existence des galaxies et des étoiles.

La dernière valeur est la plus précise jamais obtenue. Elle se base sur la méthode de la lentille gravitationnelle, où la gravité d'une galaxie d'avant-plan agit comme une loupe géante, amplifiant et déformant la lumière des objets d'arrière-plan. On ne s'appuie donc plus sur la technique traditionnelle de l'échelle des distances cosmiques pour mesurer avec précision les distances des galaxies au travers de différents types d'étoiles utilisées comme étalons de luminosité.

L'équipe à l'origine des nouvelles mesures de la constante de Hubble est appelée H0LiCOW (H0 Lenses in COSMOGRAIL's Wellspring), COSMOGRAIL étant l'acronyme de Cosmological Monitoring of Gravitational Lenses, un grand projet international dont le but est de surveiller les lentilles gravitationnelles. Wellspring (la « source ») fait référence à l'abondance de quasars affectés par des lentilles gravitationnelles.

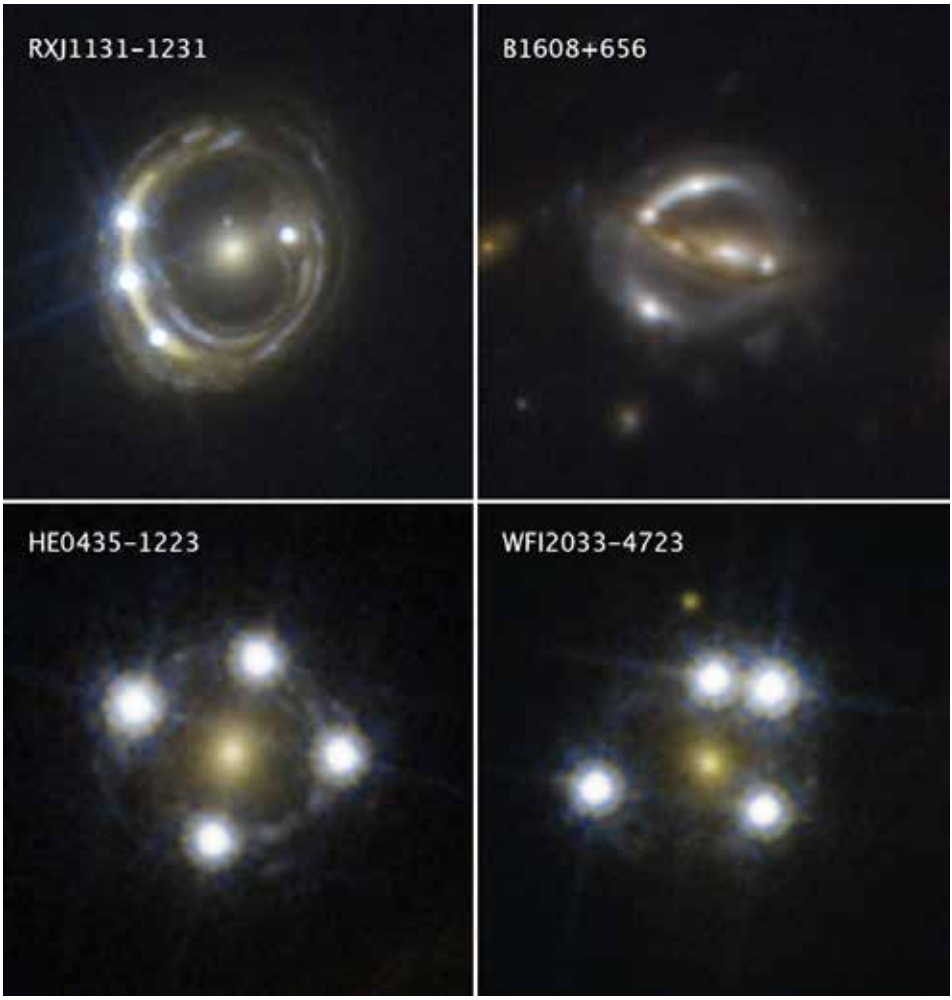
H0LiCOW et d'autres mesures récentes suggèrent un taux d'expansion de l'univers local plus rapide que ce qui était prévu sur la base des observations du satellite Planck montrant comment le cosmos se comportait il y a plus de 13 milliards d'années.

L'écart entre les deux valeurs a des implications importantes pour la compréhension des paramètres physiques sous-jacents de l'Univers et pourrait nécessiter une révision de certains concepts. Il faut peut-être y voir le signe que nous ne comprenons pas bien comment la matière et l'énergie ont évolué dans le temps, en particulier au tout début.

L'équipe H0LiCOW a utilisé Hubble pour observer la lumière de six quasars lointains situés derrière une lentille gravitationnelle – une galaxie massive – formant quatre images de chacun d'eux. Les galaxies en question se trouvent à une distance de 3 à 6,5 milliards d'années-lumière tandis que la distance moyenne des quasars est de 5,5 milliards d'années-lumière.

Les rayons lumineux de chaque quasar suivent un chemin légèrement différent à travers l'espace pour atteindre la Terre. La longueur du trajet dépend de la quantité de matière qui déforme l'espace le long de la ligne de visée du quasar. Pour tracer chaque trajet, les astronomes surveillent les variations d'éclat du quasar lorsque son trou noir avale de la matière. Ces variations se manifestent à des moments différents pour chaque image du même objet.

La séquence des variations permet aux chercheurs de mesurer les délais entre les images. Pour bien comprendre ces délais, l'équipe a d'abord utilisé le télescope spatial Hubble pour établir des cartes précises de la répartition de la matière dans chaque galaxie. Les astronomes ont ensuite pu déduire de manière fiable les distances respectives des objets. En comparant ces valeurs de distance,



Chacun de ces clichés du télescope spatial Hubble révèle quatre images déformées d'un quasar d'arrière-plan autour du noyau d'une galaxie massive plus proche.
Les images multiples ont été produites par la gravité de la galaxie qui agit comme une loupe par l'effet de lentille gravitationnelle. Les rayons lumineux de chaque image de quasar lentille prennent un chemin légèrement différent dans l'espace pour atteindre la Terre. La longueur du trajet dépend de la quantité de matière qui déforme l'espace le long de la ligne de visée du quasar. Les images ont été prises entre 2003 et 2004 avec la caméra ACS (Advanced Camera for Surveys).
(NASA, ESA, S.H. Suyu, K.C. Wong)

les chercheurs ont pu mesurer le taux d'expansion de l'Univers. La durée de chaque délai indique la vitesse d'expansion de l'Univers. Si les délais sont plus courts, alors l'Univers se développe plus rapidement. S'ils sont plus longs, le taux d'expansion est plus lent.

Le processus de retardement est analogue à celui de quatre trains quittant la même gare exactement au même moment et voyageant à la même vitesse pour atteindre la même destination. Cependant, chacun des trains arrive à la destination à une heure différente. En effet, chaque train emprunte un itinéraire différent, et la distance pour chaque itinéraire n'est pas la même. Certains trains passent par des collines. D'autres passent par des vallées, et d'autres encore contournent des montagnes. D'après les différentes heures d'arrivée, on peut déduire que chaque train a parcouru une distance différente pour atteindre le même arrêt. De même, la modulation des quasars n'apparaît pas en même temps car la lumière peut-être retardée par le fait qu'elle doit négocier les obstacles créés par la gravité de la matière dense dans la galaxie.

Les chercheurs ont calculé une valeur de la constante de Hubble de 73 kilomètres par seconde par mégaparsec (avec une incertitude de 2,4%). Cela signifie que pour un éloignement supplémentaire de 3,3 millions d'années-lumière de la Terre, une galaxie semble se déplacer 73 kilomètres par seconde plus vite, en raison de l'expansion de l'Univers.

La mesure faite par l'équipe est proche de la valeur de la constante de Hubble de 74 calculée par l'équipe SH0ES (Supernova H0 for the Equation of State), qui a utilisé la technique de l'échelle des distances.

Les valeurs de SH0ES et H0LiCOW diffèrent sensiblement de celle de Planck (67), ce qui renforce la discordance entre les mesures de la constante de Hubble de l'univers moderne et la valeur prédite basée sur les observations de l'univers primitif.

Le nouveau résultat a été permis par des techniques innovantes de modélisation de la masse, développées pour mesurer la distribution de la matière d'une galaxie, notamment des modèles conçus pour utiliser l'imagerie Hubble à haute résolution.

Constituée en 2012, l'équipe H0LiCOW dispose désormais d'images Hubble et d'informations sur les retards d'une dizaine de quasars avec lentille. Elle continuera à rechercher et à suivre de nouveaux quasars à lentille en collaboration avec les chercheurs de deux nouveaux programmes. L'un de ces programmes, appelé STRIDES (STRong-lensing Insights into Dark Energy Survey), est à la recherche de nouveaux systèmes de quasars à lentille. Le second, appelé SHARP (Strong-lensing at High Angular Resolution Program), utilise l'optique adaptative avec les télescopes W.M. Keck pour imager de tels systèmes. L'objectif de l'équipe est d'observer 30 autres systèmes de quasars à lentille pour réduire leur incertitude de 2,4 % à 1 %.

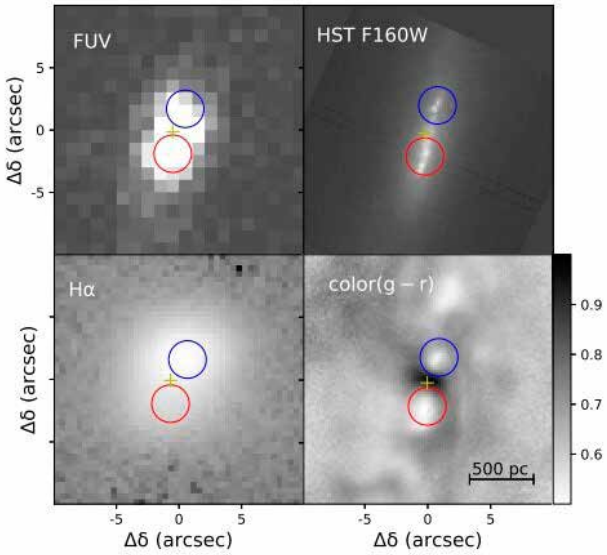
Le futur télescope spatial James Webb de la NASA, dont le lancement est prévu en 2021, pourrait aider à atteindre cet objectif de 1% d'incertitude beaucoup plus rapidement grâce à la capacité de Webb à cartographier les vitesses des étoiles dans une galaxie à lentille, ce qui permettra aux astronomes de développer des modèles plus précis de la distribution de la matière noire dans la galaxie. Les travaux de l'équipe H0LiCOW ouvrent également la voie à l'étude de centaines de quasars à lentille que les astronomes découvrent grâce à des études telles que le Dark Energy Survey et le PanSTARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System), et le futur Large Synoptic Survey Telescope de la National Science Foundation, qui devrait permettre de découvrir des milliers de sources supplémentaires.

Le programme WFIRST (Wide Field Infrared Survey Telescope) de la NASA aurait pu aider les astronomes à résoudre le désaccord sur la valeur de la constante de Hubble en retraçant l'histoire de l'expansion de l'Univers. Ce programme semble malheureusement devoir être abandonné en raison des surcoûts du télescope Webb.

La galaxie lenticulaire IC 676

Située à environ 65 millions d'années-lumière, IC 676 est une galaxie lenticulaire barrée dont la masse stellaire est estimée à 1,3 milliard de fois celle du Soleil. Elle présente en son centre un noyau double dont les composantes sont séparées en projection d'environ 650 années-lumière le long du grand axe de la galaxie.

Les galaxies lenticulaires (type S0) sont considérées comme des intermédiaires entre les galaxies spirales et elliptiques. Elles présentent un renflement central et un disque semblables à ceux des galaxies spirales, mais n'ont pas de bras spiraux.



Région centrale d'IC 676. Les images dans l'UV lointain sont de GALEX FUV, celle dans l'infrarouge proche à 1,6 micron est du HST. Les images dans le visible, Hα et (g -r), sont du CFHT. Les deux noyaux sont marqués par les cercles bleus et rouges. (Zhou et al, 2020)

Les régions nucléaires des galaxies sont des composantes structurelles importantes qui peuvent fournir des informations importantes sur leur formation et leur évolution. Des morphologies nucléaires particulières, telles que des noyaux multiples présentent ainsi un intérêt tout particulier.

Les observations ont montré que les régions centrales d'IC 676 sont le siège d'une formation stellaire active, avec un taux de formation stellaire d'environ 0,28 masse solaire par an.

Des observations spectroscopiques d'IC 676 ont été effectuées à l'aide du spectrographe et de la caméra pour objets faibles (BFOSC) du télescope de 2,16 mètres de l'observatoire de Xinglong. L'étude était axée sur la nature des noyaux doubles de la galaxie et les chercheurs espéraient que les observations permettraient de fixer des contraintes importantes aux processus physiques marquant l'évolution des galaxies. Pour les besoins de la recherche, les scientifiques ont également utilisé des données d'archives du Télescope Canada-France-Hawaii (CFHT) et du Télescope spatial Hubble (HST).

Les observations ont montré que les noyaux d'IC 676 contiennent plusieurs jeunes amas d'étoiles massives d'un âge d'un à dix millions d'années.

Le noyau nord a une activité de formation d'étoiles plus forte et une extinction par les poussières plus importante que le noyau sud, bien que les deux noyaux aient une métallicité stellaire similaire. L'activité de formation d'étoiles est la principale source d'ionisation des gaz dans les noyaux d'IC 676.

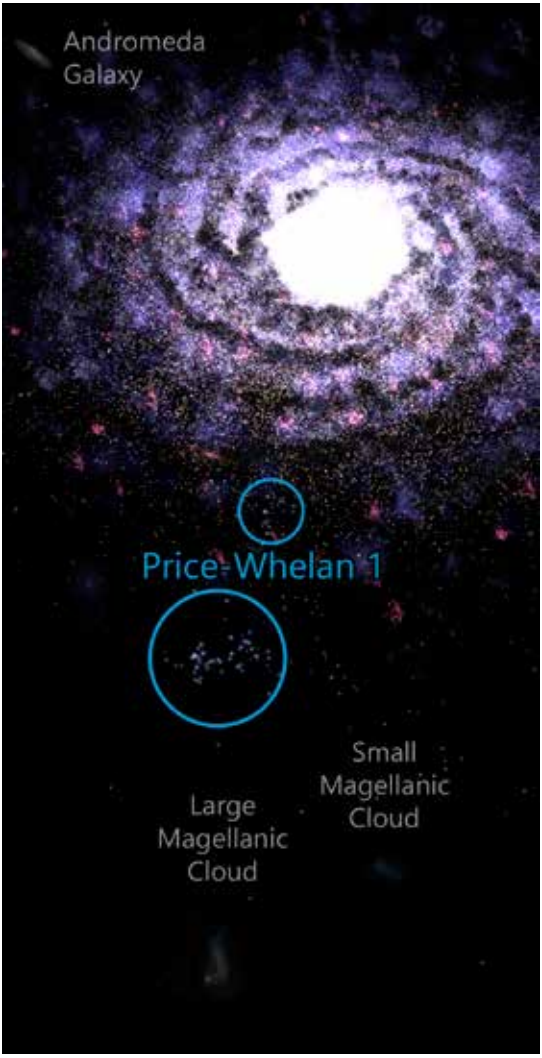
Les taux de formation stellaire sont estimés à 0,19 et 0,08 masse solaire par an pour les noyaux nord et sud, respectivement. Cela confirme que la quasi-totalité de la formation d'étoiles dans l'IC 676 leur est due.

IC 676 semble avoir eu une histoire complexe. Le gaz de la galaxie est probablement affecté par la barre stellaire et poussé vers les régions intérieures de la galaxie, ce qui entraîne la formation d'étoiles.

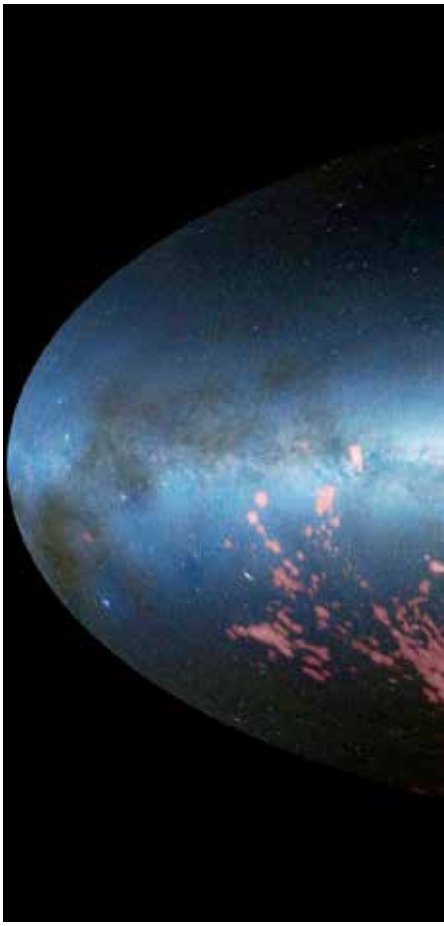
Amas Price-Whelan 1

Les chercheurs ont trouvé un amas de centaines d'étoiles jeunes en bordure de la Voie lactée qui semble s'être formé à partir de gaz arraché aux Nuages de Magellan. Contrairement au centre galactique la majeure partie du combustible disponible loin du centre galactique a déjà été utilisée ce qui rend cette découverte très surprenante.

L'analyse spectrale suggère qu'au moins les 27 étoiles les plus brillantes de l'amas ont une teneur en métaux inhabituellement faible, ce qui plaide pour une origine extragalactique. Le responsable serait selon toute probabilité le bras principal du « courant de Magellan », un nuage qui s'étire des Nuages de Magellan vers la Voie lactée et qui est trop ténu pour pouvoir donner naissance à des étoiles.



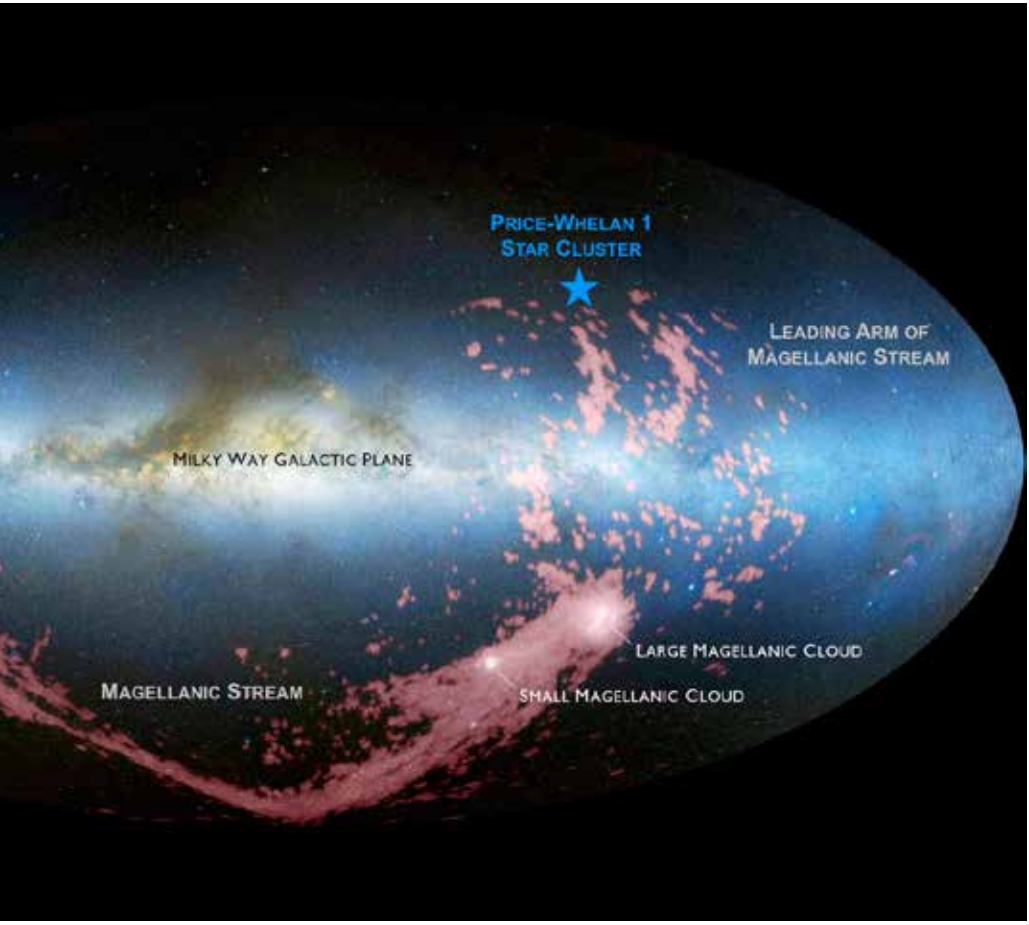
◄ ***Illustration situant l'amas Price-Whelan 1 par rapport à la Voie lactée et aux Nuages de Magellan. (Meli thev, CC BY-SA 4.0)***



Les astronomes pensent que ce courant a probablement traversé la Voie lactée et est entré en collision avec le milieu interstellaire local en engendrant une espèce d'onde de choc. La compression résultante a permis à certaines régions du courant de s'effondrer sous l'effet de la gravité et de former des étoiles dont les caractéristiques spectrales reflètent celle du courant et non de notre galaxie.

Cette découverte devrait permettre de mieux connaître le courant de Magellan et de prévoir son interaction avec la Voie lactée, ainsi que où et quand il formera de nouveaux amas d'étoiles.

Un nouvel amas d'étoiles jeunes a été découvert loin des régions centrales de notre galaxie. Ces étoiles se sont probablement formées à partir de matière provenant de nos plus voisines extragalactiques, les Nuages de Magellan.
(D. Nidever ; NASA)



Bételgeuse

Basé sur un communiqué ESO

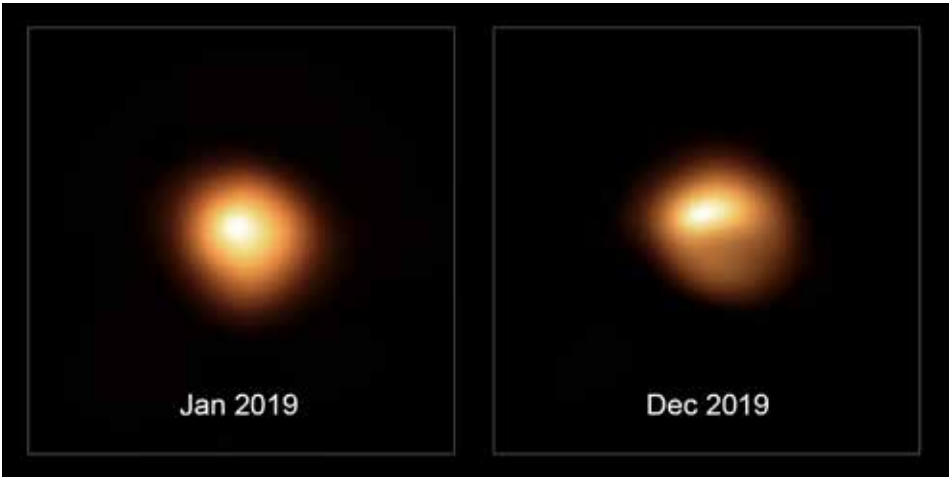
Grâce au Very Large Telescope (VLT) de l'ESO, les astronomes ont capturé une image figurant l'affadissement sans précédent de Bételgeuse, une supergéante rouge de la constellation d'Orion. Les clichés récents témoignent, non seulement de la baisse de luminosité de la supergéante rouge, mais également des modifications de sa forme apparente.

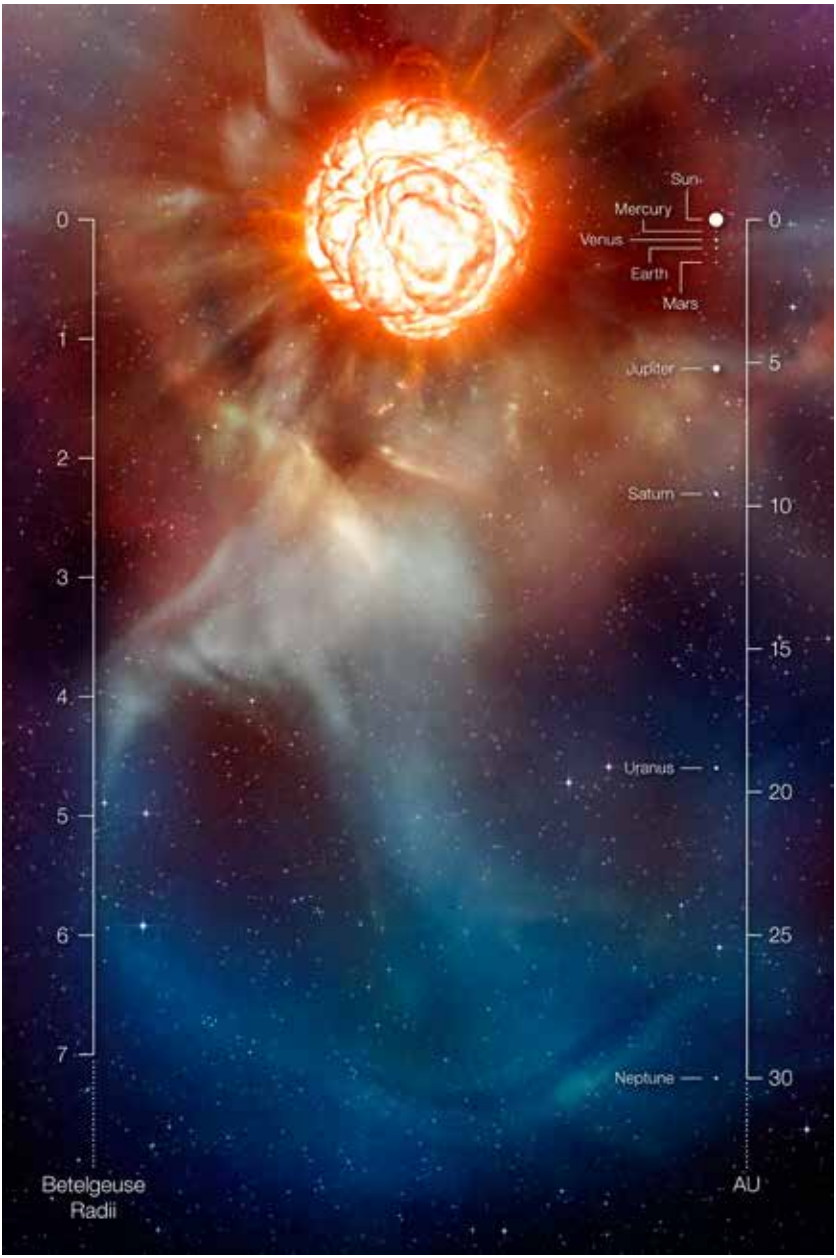
Bételgeuse a longtemps constitué, pour les observateurs stellaires, un phare dans le ciel nocturne. L'année passée toutefois, sa luminosité a commencé à diminuer pour atteindre en février seulement 36% de sa valeur habituelle, un changement nettement visible à l'œil nu.

Des astronomes qui avaient déjà observé l'étoile au moyen de l'instrument SPHERE du VLT en janvier 2019 l'ont réobservée en décembre dans le but de comprendre la raison de sa soudaine baisse de luminosité. Nous disposons ainsi de deux clichés de Bételgeuse témoignant de l'avant et de l'après de la baisse de luminosité. Acquises en lumière visible, ces images montrent les changements intervenus, tant dans la brillance que dans la forme de l'étoile.

De nombreux astronomes amateurs se sont demandé si la baisse de luminosité de Bételgeuse signifiait qu'elle était sur le point d'exploser. À l'instar des autres supergéantes rouges, Bételgeuse deviendra tôt ou tard une supernova, mais cela ne semble pas imminent. D'autres hypothèses sont susceptibles de rendre compte de ces changements de forme et de brillance dont témoignent les images de SPHERE. Un scénario repose sur un refroidissement de la surface généré par une activité stellaire exceptionnelle. La surface irrégulière de Bételgeuse est parsemée de vastes cellules convectives qui se déplacent, rétrécissent et gonflent alternativement. En outre, l'étoile pulse. Ces battements de cœur rendent compte de ses variations périodiques de luminosité. Les changements de convection et de pulsation observés à la surface de Bételgeuse témoignent simplement de son activité stellaire. Un autre scénario invoque l'éjection de poussière le long de la ligne de visée.

Bételgeuse avant et après son importante perte de luminosité. Les observations ont été acquises au moyen de l'instrument SPHERE qui équipe le Very Large Telescope de l'ESO. Outre l'affaiblissement, on constate un changement d'apparence. (ESO/M. Montargès et al.)





Vue d'artiste de la supergéante rouge Bételgeuse. L'échelle, graduée en rayons stellaires, permet une comparaison avec le Système solaire. (ESO/L. Calçada)

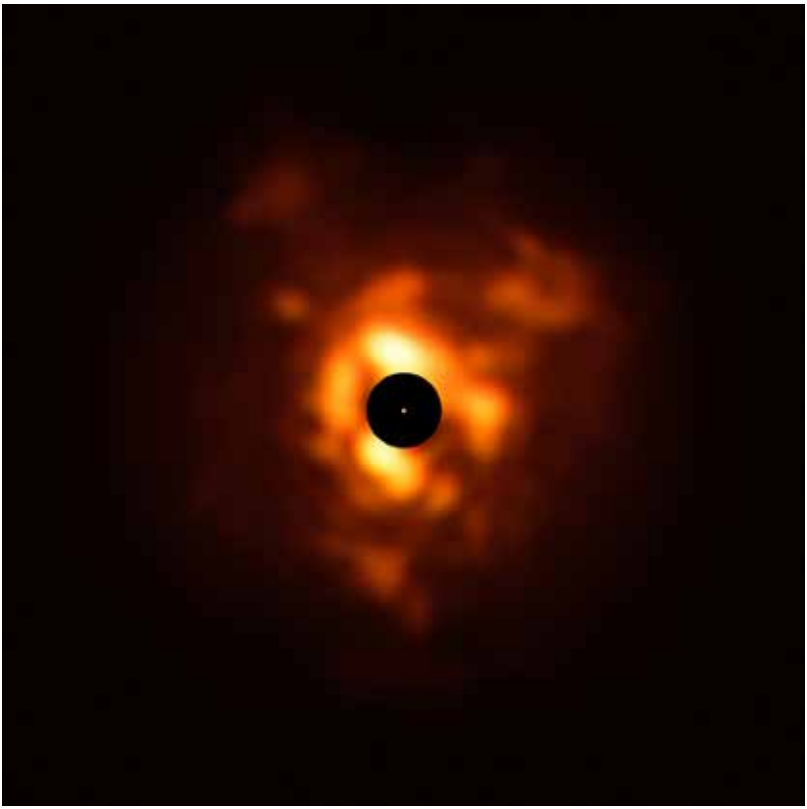


Image prise en décembre 2019 grâce à l'instrument VISIR et montrant l'émission thermique de la poussière qui entoure Bételgeuse. Le disque noir occulte le centre de l'image pour éviter la saturation. Le point orange central est l'image de Bételgeuse acquise par SPHERE, dont les dimensions avoisinent celles de l'orbite de Jupiter. (ESO/P. Kervella/M. Montargès et al., Eric Pantin)

L'observatoire Paranal de l'ESO est l'une des rares installations capables d'imager la surface de Bételgeuse. Les instruments qui équipent le VLT permettent d'effectuer des observations dans une large gamme de longueurs d'onde s'étendant du visible à l'infrarouge moyen, offrant aux astronomes la possibilité d'observer tant la surface de Bételgeuse que la matière environnante.

Une autre image, acquise cette fois au moyen de l'instrument VISIR du VLT, montre la lumière infrarouge émise par la poussière qui entoure l'étoile Bételgeuse au mois de décembre 2019. La longueur d'onde de l'image est semblable à celle qu'utilisent les caméras thermiques. Les nuages de poussière, qui jaillissent telles des flammes sur l'image de VISIR, se forment lorsque l'étoile expulse de la matière dans l'espace.

FRB périodique

Les FRB (Fast Radio Bursts : sursauts radio rapides) sont de brèves émissions radio (quelques millisecondes) extragalactiques. Leur origine est inconnue.

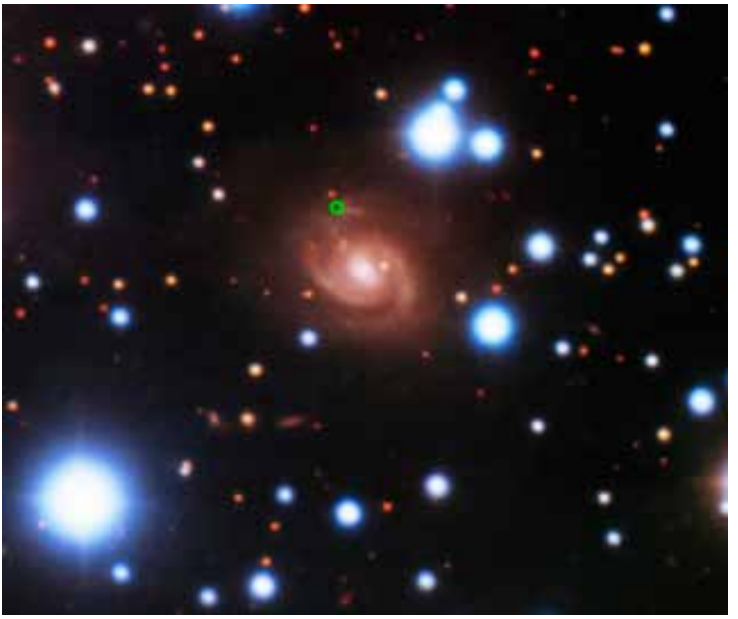
Certaines sources de FRB émettent de façon répétitive, ce qui exclut une origine cataclysmique. On parle alors de « répéteurs ». Les recherches de périodicité n'ont rien donné quelle que soit l'échelle de temps explorée, de quelques millisecondes à plusieurs jours. Les éclairs apparaissent sporadiquement, sans schéma régulier.

Une exception, cependant, vient d'être mise en évidence. Le projet CHIME/FRB (Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment Fast Radio Burst Project) a permis de détecter une périodicité de 16,35 ± 0,18 jours pour le répéteur FRB 180916.J0158+65. 28 événements enregistrés entre le 16 septembre 2018 et le 30 octobre 2019 se placent autour de la même phase dans une fenêtre de 4 jours, certains cycles ne présentant aucun éclat, et d'autres en présentant plusieurs. Ce résultat suggère une modulation périodique soit de l'émission de la salve elle-même, soit par amplification ou absorption, et excluent les modèles invoquant des processus purement sporadiques.

La collaboration CHIME/FRB a rapporté la découverte de huit nouvelles sources répétitives FRB, dont FRB 180916.J0158+65 qui a été récemment localisée dans une région de formation d'étoiles située dans un bras d'une galaxie spirale massive proche, à un décalage vers le rouge de 0,0337 ± 0,000210.

FRB 180916.J0158+65 est la source la plus active de ce récent échantillon de répéteur CHIME/FRB.

Les sursauts radio rapides se produisent probablement depuis des milliards d'années, mais ils n'ont été découverts qu'en 2007. Depuis on n'en a trouvé que quelques dizaines. Il a fallu attendre juin 2019 pour que les astronomes puissent associer un FRB et sa galaxie hôte.



L'origine du répéteur de sursauts brefs FRB 180916.J0158+65 a été retracée dans la galaxie spirale SDSS J015800.28 + 654253.0 distante de 500 millions d'années-lumière. À l'heure actuelle, la galaxie d'origine n'a pu être localisée que pour trois FRB. (Gemini Observatory/ AURA)

Le radiotélescope CHIME en Colombie-Britannique a révélé une périodicité dans les sursauts émis par le répéteur rapide FRB 180916.J0158+65. (CHIME Collaboration)

Ces sursauts sont si rares, et si brillants – ils sont visibles jusqu'à des milliards d'années-lumière – que l'on avait tendance à supposer qu'ils provenaient d'un événement cataclysmique, comme la collision de deux étoiles.

Le schéma répétitif révélé par CHIME/FRB suggère bien autre chose. Le FRB 180916.J0158+65 traverse périodiquement des cycles d'activité de quatre jours, pouvant émettre des ondes radio presque toutes les heures. Ensuite vient une période de silence de 12 jours. Parfois, la source semble sauter ces périodes de veille de quatre jours, ou ne laisse échapper qu'un seul éclair. Il faut cependant remarquer que CHIME/FRB ne peut surveiller le FRB en permanence et le détecteur a pu rater de nombreux FRB pendant la période d'activité.

Personne ne sait ce que ce schéma signifie, mais il contredit les explications habituelles avancées pour les FRB.

En général, des processus périodiques en astrophysique sont liés à des objets en rotation ou en orbite. Par exemple le clignotement des pulsars dû à la rotation d'étoiles à neutrons, les variations de lumière dues à des éclipses ou des transits d'étoiles ou de planètes.

FRB 180916.J0158+65 semble bien indiquer un mécanisme lié à une rotation, mais il est trop tôt pour dire si ce schéma régit tous les FRB ou seulement certains d'entre eux.

Trous noirs de galaxies naines

Basé sur un communiqué NRAO

Le VLA (Karl G. Jansky Very Large Array) a permis la découverte de 13 trous noirs supermassifs dans des galaxies naines situées à moins d'un milliard d'années-lumière. Cela devrait aider les astronomes à comprendre les mécanismes qui ont abouti à la formation de trous noirs massifs au début de l'histoire de l'Univers.

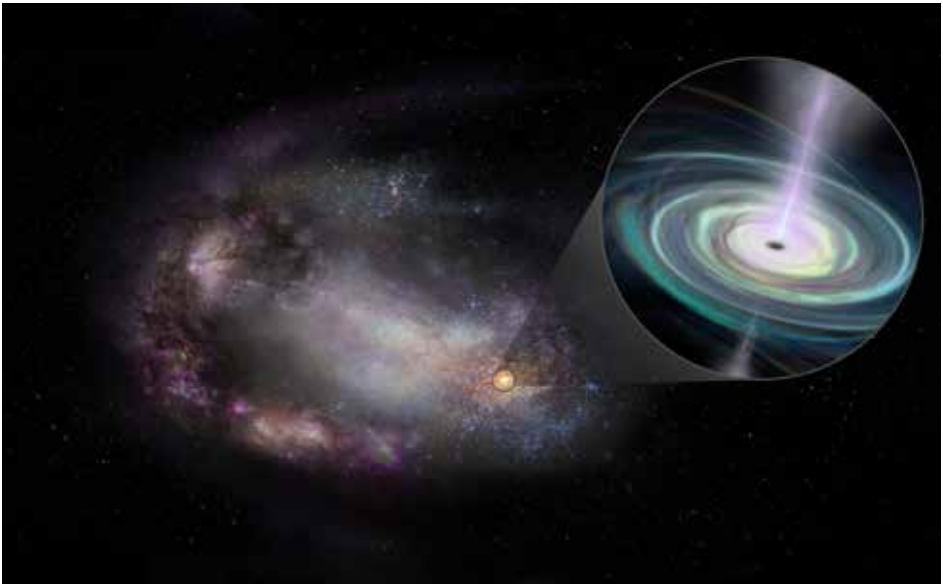
Les galaxies naines sont plus de 100 fois moins massives que la Voie lactée. Elles sont connues pour abriter des trous noirs centraux d'une masse moyenne d'environ 400 000 fois celle du Soleil. Le premier de ces trous noirs avait été trouvé en 2011, déjà avec le VLA, une découverte qui fut une réelle surprise pour les astronomes et qui suscita de nouvelles recherches.

Les astronomes ont commencé par sélectionner un échantillon de galaxies dans le NASA-Sloan Atlas, un catalogue de galaxies réalisé avec des télescopes optiques. Ils ont choisi les galaxies dont les étoiles totalisent moins de 3 milliards de fois la masse du Soleil, soit à peu près l'équivalent du Grand Nuage de Magellan. De cet échantillon, ils ont retenu celles qui montraient une faible émission radio à la longueur d'onde de 20 cm dans le sondage FIRST (Faint Images of the Radio Sky at Twenty centimeters) réalisé également au VLA entre 1993 et 2011.

Ce même VLA a alors été utilisé pour observer à haute résolution, et à plus grande sensibilité, 111 des galaxies sélectionnées.

Les nouvelles observations ont révélé que 13 galaxies abritent probablement un trou noir massif actif se nourrissant de la matière environnante. Curieusement, dans la moitié de ces galaxies, le trou noir est excentré, contrairement aux grandes galaxies dont le trou noir occupe exactement le centre. Cela signifie que

Illustration artistique d'une galaxie naine déformée après une interaction avec une autre galaxie et abritant un trou noir loin de son centre. Le trou noir avale la matière environnante via un disque d'accrétion et en envoie une partie dans l'espace sous la forme de deux jets symétriques.
(Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF)



▲ Images en lumière visible de galaxies observées avec le VLA et montrant des signes de présence d'un trou noir massif. Au centre, l'illustration d'un trou noir actif. (Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF ; DECaLS survey ; CTIO)

les galaxies ont probablement fusionné avec d'autres au cours de leur évolution, ce qui est en accord avec les simulations numériques qui prédisent qu'environ la moitié des trous noirs massifs des galaxies naines doivent errer dans les régions périphériques.

► Vue du Very Large Array Radiotelescope. (CC BY 2.0 / nerolf)

La nébuleuse Oméga

Basé sur un communiqué NASA/JPL

L'une des régions de formation d'étoiles les plus brillantes et les plus massives de notre galaxie, la nébuleuse Oméga, ou du Cygne, n'a sa forme caractéristique que depuis relativement peu de temps. De nouvelles observations révèlent que des régions se sont formées séparément au cours de plusieurs épisodes de naissance d'étoiles. La nouvelle image obtenue par SOFIA, l'observatoire stratosphérique pour l'astronomie infrarouge, permet aux astronomes de retracer l'évolution de cette nébuleuse.

Lever le voile sur les secrets de la nébuleuse n'est pas une tâche facile. Elle est située à plus de 5 000 années-lumière dans la constellation du Sagittaire. Elle contient en son centre plus de 100 étoiles jeunes parmi les plus massives de la Galaxie. Ces étoiles ont plusieurs fois la taille du Soleil et sont beaucoup plus brillantes que lui, mais de plus jeunes générations se forment dans des cocons de poussière et de gaz, où elles sont très difficiles à voir, même avec des télescopes spatiaux. Comme la région centrale est très brillante, les détecteurs des télescopes spatiaux étaient saturés aux longueurs d'onde étudiées par SOFIA.

Heureusement, la caméra infrarouge de SOFIA, FORCAST (Faint Object Infrared Camera for the SOFIA Telescope) vient à la rescousse pour percer ces cocons.

La nouvelle image révèle neuf protoétoiles, des zones denses de la nébuleuse qui s'effondrent sur elles-mêmes assurant ainsi la première étape de la naissance des étoiles. En estimant l'âge des différentes régions de la nébuleuse les astronomes ont découvert que certaines parties n'ont pas été créées en même temps, mais ont pris forme au cours de plusieurs épisodes de formation stellaire.

La région centrale est la plus ancienne, la plus évoluée et a probablement été la première à se former. Ensuite, la région nord s'est formée, tandis que la région sud est la plus jeune. Même si la région septentrionale est plus ancienne que la région méridionale, le rayonnement et les vents stellaires des générations d'étoiles précédentes ont perturbé la matière qui s'y trouvait, l'empêchant de s'effondrer pour former la prochaine génération.

Les étoiles massives, comme celles de la nébuleuse du Cygne, libèrent tellement d'énergie qu'elles peuvent changer l'évolution de galaxies entières. Mais moins d'un pour cent de toutes les étoiles sont aussi énormes, et les astronomes en savent très peu sur elles. Les observations antérieures de cette nébuleuse faites avec des télescopes spatiaux n'avaient jamais révélé autant de détails que SOFIA.

Mosaïque de la région de la nébuleuse Oméga obtenue dans le cadre du survey 2MASS. En rouge l'hydrogène ionisé par le rayonnement des étoiles massives. (2MASS/UMass/IPAC-Caltech/NASA/NSF)

Image composite de la nébuleuse Oméga due à SOFIA. On y voit en bleu le gaz chauffé par les étoiles massives et émettant à 20 microns. Le vert, près du centre révèle l'émission à 37 microns de la poussière chauffée à la fois par les étoiles massives et les étoiles jeunes proches. Les nouvelles protoétoiles ont été trouvées principalement dans les régions sud. Les zones rouges près du bord correspondent à la poussière froide détectée par le télescope spatial Herschel à 70 microns, tandis que le champ stellaire est dû au télescope spatial Spitzer (3,6 microns). Les télescopes spatiaux n'ont pas pu observer les régions bleues et vertes en grand détail parce que les détecteurs étaient saturés. Cette image suggère que des parties de la nébuleuse se sont formées séparément pour créer la forme caractéristique. (NASA/SOFIA/Lim, De Buizer, & Radomski et al. ; ESA/Herschel ; NASA/JPL-Caltech)

TOI 700 d

Basé sur un communiqué NASA/JPL

Le télescope spatial TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) a découvert sa première planète de taille terrestre située dans la zone « habitable » de son étoile, c'est-à-dire là où les conditions permettent à l'eau d'exister sous forme liquide à la surface d'une planète. Les scientifiques ont confirmé cette découverte à l'aide du télescope spatial Spitzer.

TOI 700 d est l'une des rares planètes de la taille de la Terre découvertes jusqu'à présent dans la zone habitable d'une étoile. Parmi les autres, on compte plusieurs planètes du système TRAPPIST-1 et une vingtaine d'autres mondes découverts par le télescope spatial Kepler.

TESS a été conçu spécifiquement pour trouver des planètes de la taille de la Terre en orbite autour d'étoiles proches. Ces planètes peuvent ensuite être étudiées avec de plus puissants télescopes, dans l'espace et sur la Terre.

La découverte de TOI 700 d est un moment clé pour TESS. Confirmer la taille de la planète et sa présence dans la zone habitable est aussi une victoire pour Spitzer alors qu'il approchait de la fin de ses opérations scientifiques (prévue en janvier).

TESS surveille successivement de grandes étendues de la sphère céleste, des « secteurs », pendant 27 jours d'affilée. Cela permet au satellite de suivre les changements de luminosité des étoiles causés par le transit de planètes.

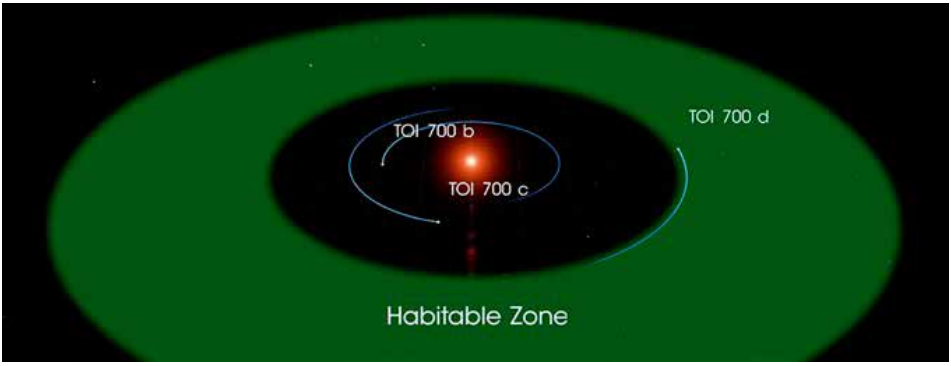
TOI 700 est une étoile naine froide de type M située à un peu plus de 100 années-lumière dans la constellation australe de la Dorade. Elle a environ 40 % de la masse et de la taille du Soleil et environ la moitié de sa température de surface. L'étoile apparaît dans 11 des 13 secteurs TESS observés au cours de la première année de la mission, et les scientifiques ont pu relever de multiples transits de ses trois planètes.

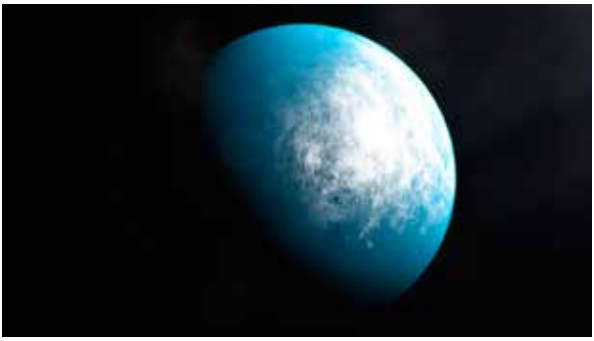
À l'origine, l'étoile a été mal classée dans la base de données TESS, car elle ressemblait davantage au Soleil. Les planètes paraissaient donc plus grosses et plus chaudes qu'elles ne le sont en réalité. Après correction des paramètres de l'étoile, la taille des planètes a diminué, et la plus éloignée s'est révélée de la taille approximative de la Terre et elle se trouvait être dans la zone habitable.

En 11 mois d'observations, l'étoile n'a présenté aucune éruption, ce qui accroît les chances que TOI 700 d soit habitable et facilite la modélisation de ses conditions atmosphériques et de surface.

La planète la plus intérieure du système, TOI 700 b, a presque exactement le diamètre

Le système TOI 700, distant de 100 années-lumière, abrite une planète de taille terrestre dans sa zone habitable, la première de ce type découverte par TESS.
(NASA's Goddard Space Flight Center)





TOI 700 d. Impression d'artiste. (NASA)

de la Terre. Elle est probablement rocheuse et effectue une orbite tous les 10 jours. La planète du milieu, TOI 700 c, est 2,6 fois plus grande que la Terre – entre les dimensions de la Terre et celles de Neptune. Elle effectue une orbite tous les 16 jours et est probablement une géante gazeuse. TOI 700 d, la planète la mieux connue du système et la seule de la zone habitable, mesure 20 % de plus que la Terre, orbite en 37 jours et reçoit de son étoile 86 % de l'énergie que le Soleil fournit à la Terre. On pense que toutes les planètes sont synchronisées avec l'étoile, ce qui signifie que la même face est constamment dirigée vers elle.

Des observations de suivi réalisées avec l'observatoire spatial Spitzer ont permis de confirmer le statut de TOI 700 d. Spitzer a vu le transit de TOI 700 d exactement au moment prédit. Les données de Spitzer ont ainsi augmenté la confiance des scientifiques dans la réalité de TOI 700 d et ont affiné leurs mesures de sa période orbitale et de sa taille. Elles ont également permis d'écarter d'autres causes possibles du signal de transit, comme la présence d'un petit compagnon stellaire.

Les observations d'un télescope de 1 mètre de l'observatoire de Las Cumbres ont servi également à préciser les données relatives à TOI 700 c.

Étant donné que TOI 700 est brillante, proche et ne montre aucun signe d'éruptions, le système est un candidat de choix pour des mesures de masse précises par les observatoires terrestres actuels. Ces mesures pourraient confirmer les estimations des scientifiques selon lesquelles les planètes intérieure et extérieure sont rocheuses et la planète moyenne est gazeuse.

De futures missions spatiales pourraient déterminer si les planètes ont une atmosphère et déterminer leur composition.

Bien que les conditions exactes sur TOI 700 d soient encore inconnues, les scientifiques peuvent utiliser l'information actuelle, comme la taille de la planète et le type d'étoile autour de laquelle elle orbite, pour générer des modèles informatiques et faire des prédictions. Les chercheurs ont modélisé 20 environnements potentiels de TOI 700 d afin de déterminer les températures et pressions de surface convenant à l'habitabilité. Leurs modèles climatiques 3D ont exploré une variété de types de surface et de compositions atmosphériques généralement associés à ce que les scientifiques considèrent comme des mondes potentiellement habitables. Parce que TOI 700 d est verrouillé par la marée à son étoile, les formations nuageuses et les régimes de vent de la planète peuvent être étonnamment différents de ceux de la Terre.

Une des simulations comprenait une TOI 700 d couverte d'océan avec une atmosphère dense, dominée par le dioxyde de carbone, semblable à ce que les scientifiques soupçonnent d'avoir entouré la jeune Mars. L'atmosphère du modèle contient une profonde couche de nuages du côté jour. Un autre modèle représente TOI 700 d comme une version sans nuages et entièrement terrestre de la Terre moderne, où les vents s'éloignent du côté nocturne de la planète et convergent vers le point faisant directement face à l'étoile. Des spectres ont été simulés pour chacun des 20 modèles, ce qui pourrait permettre de les comparer avec de vrais spectres de TOI 700 d lorsqu'un futur télescope en aura obtenus. Quel que soit le résultat il est presque certain que ce sera très différent de ce que nous connaissons sur Terre.

Amas de Coma et de Persée

Basé sur un communiqué ESA

Image composite X et visible de l'amas de galaxies de Persée – l'un des objets connus les plus massifs de l'Univers – obtenue avec la caméra EPIC de XMM-Newton et le Digitzed Sky Survey II. (ESA/XMM-Newton/DSS-II/J. Sanders et al. 2019)

Les mouvements du gaz chaud dans les amas de galaxies de Persée et Coma ont été déterminés grâce à une nouvelle technique de calibration des données du télescope spatial XMM-Newton.

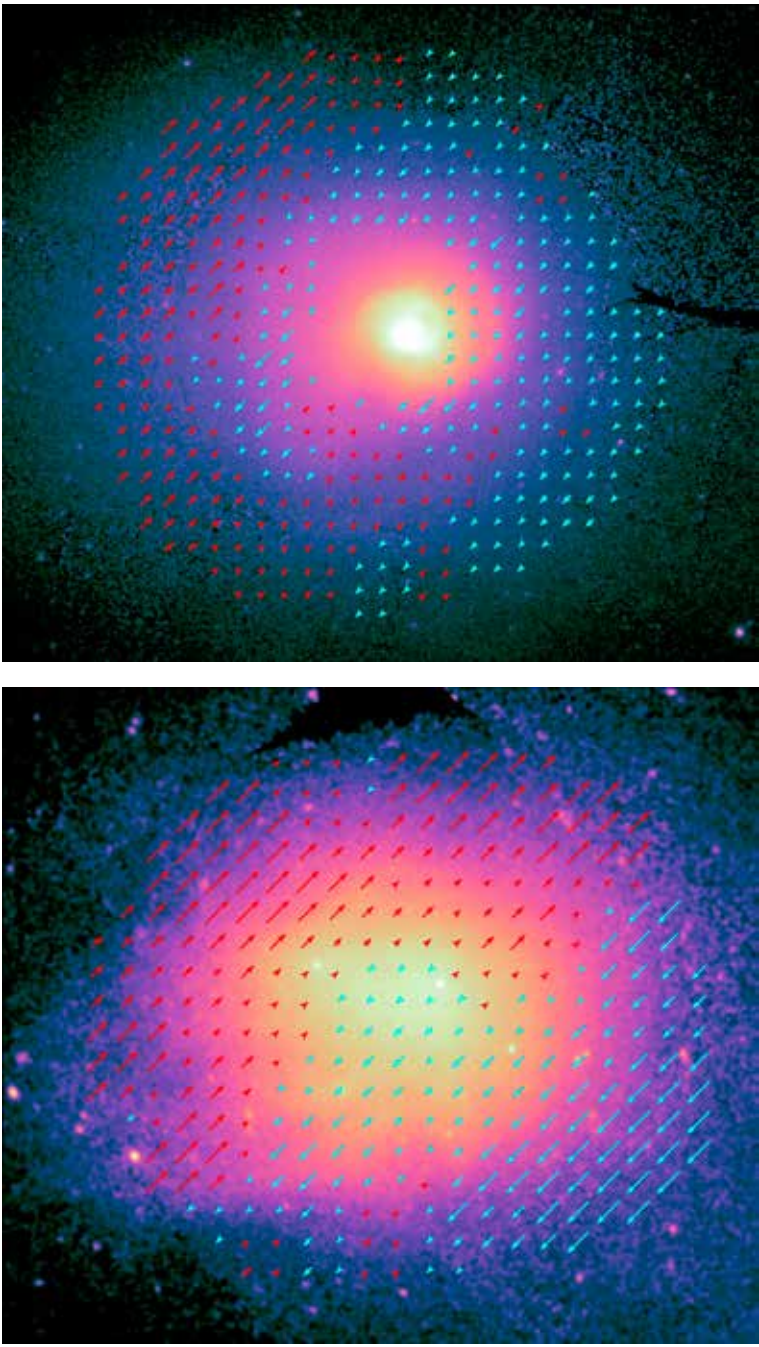
Les amas de galaxies sont les plus grands systèmes de l'Univers liés par la gravité. Ils contiennent des centaines ou des milliers de galaxies et de grandes quantités de plasma atteignant des températures de 50 millions de degrés qui le rendent brillant dans le domaine des rayons X.

On connaît peu de choses sur les mouvement de ce plasma, alors qu'ils pourraient nous amener à comprendre le comportement des amas, comment ils se forment et évoluent. Pour combler cette lacune les astronomes ont sélectionné deux amas de galaxies proches bien connus, massifs et brillants, ceux de Persée et de Coma et en ont cartographié la vitesse radiale du plasma.

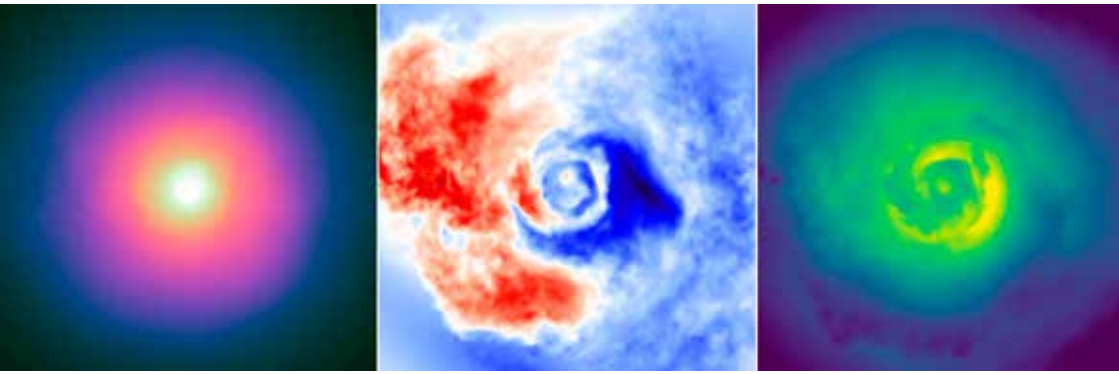
Les grands champs étudiés – une zone de la taille de deux pleines lunes pour Persée, et de quatre pour Coma – ont nécessité l'utilisation du télescope spatial XMM-Newton, le seul capable de les observer en un temps raisonnable.

Le plasma s'est révélé animé de mouvement désordonnés dans l'amas de Persée, l'un des objets connus les plus massifs de l'Univers, et l'amas le plus brillant du ciel en rayons X. Bien que ces ballottements aient été prédits par la théorie, ils n'avaient pas encore été observé dans le cosmos.

Des simulations numériques suggèrent que les mouvements résultent de la collision et de la fusion de petits sous-amas de galaxies avec l'amas principal lui-même. Ces événements sont suffisamment énergiques pour perturber le champ gravitationnel de Persée et déclencher une agitation durant plusieurs millions d'années.



Cartographie des mouvements radiaux dans les amas de Persée (en haut) et Coma. Les flèches bleues représentent le gaz qui se rapproche de nous, et les rouges représentent le gaz qui s'éloigne. La longueur des flèches donne la grandeur de la vitesse. (ESA/XMM-Newton/ DSS-II/J. Sanders et al. 2019)



Simulation de l'amas de Persée montrant la luminosité du gaz de l'amas en rayons X (à gauche), sa température (au milieu) et ses vitesses (à droite).
Le gaz le plus brillant est visible dans des tons de jaune-orange et le plus faible dans des tons de violet foncé et de noir (à gauche) ; le gaz le plus chaud est représenté en rouge sombre et le plus froid en bleu sombre (au centre).
Le gaz animé des mouvements les plus rapides est en jaune, tandis que le plus lent est en bleu foncé (à droite).
(ESA/XMM-Newton/DSS-II/J. Sanders et al. 2019)

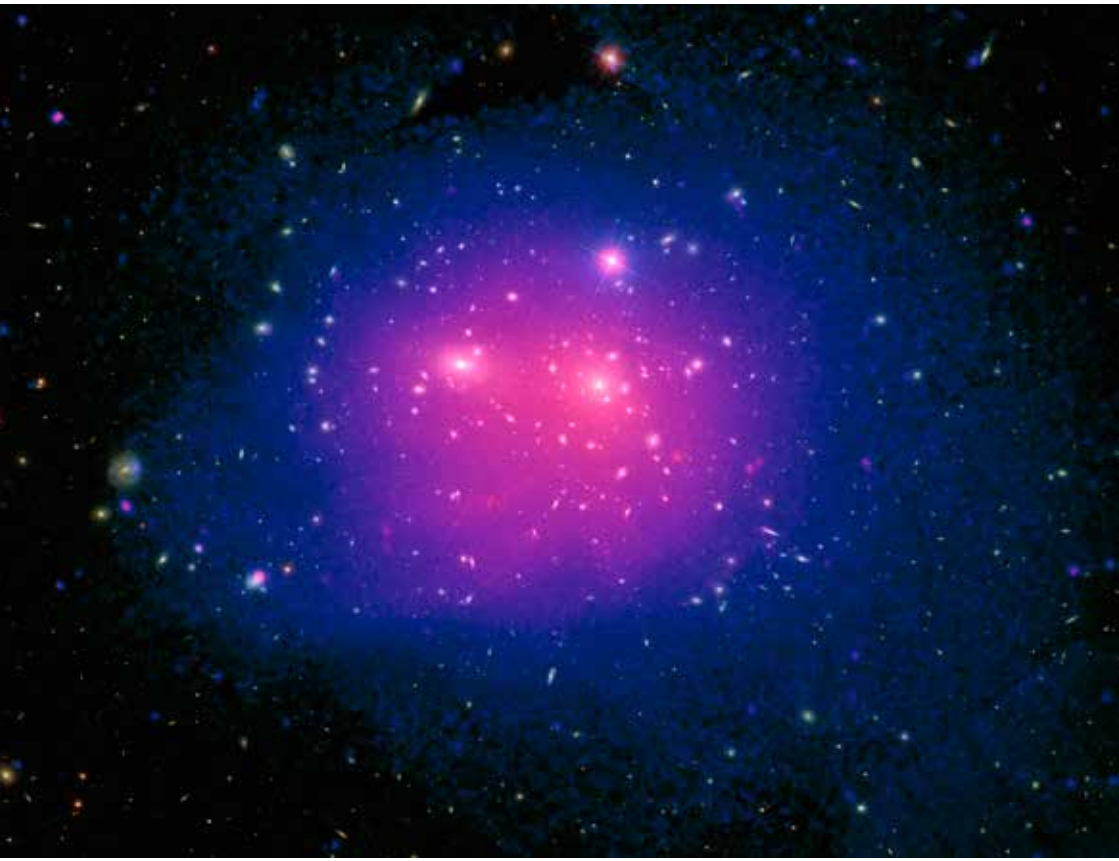
Contrairement à celui de Persée, caractérisé par plusieurs sous-structures, l'amas de Coma semble plutôt être un amas massif, composé de deux sous-amas principaux qui fusionnent lentement sans provoquer de grande agitation. Coma contient deux galaxies centrales massives au lieu d'un seul monstre comme c'est habituellement le cas dans les amas. Différentes régions montrent des mouvements différents qui laissent penser qu'elles sont seulement en train de se réunir pour former un seul objet cohérent.

Cette découverte a été rendue possible grâce à une nouvelle technique d'étalonnage appliquée à la caméra EPIC de XMM-Newton. Cette méthode ingénieuse, qui a nécessité l'extraction de deux décennies de données archivées, a permis d'améliorer la précision des mesures de vitesse de la caméra par un facteur de plus de 3,5 en réduisant d'insidieux effets instrumentaux.

EPIC comprend trois caméras CCD conçues pour capturer les rayons X de basse et haute énergies et fait partie d'un trio d'instruments avancés à bord de XMM-Newton.

Explorant le ciel dynamique des rayons X depuis son lancement en 1999, XMM-Newton est le plus grand satellite scientifique jamais construit en Europe et transporte certains des plus puissants miroirs de télescope jamais développés.

Ces observations XMM-Newton resteront inégalées jusqu'au lancement du télescope Athena (Advanced Telescope for High-ENergy Astrophysics) de l'ESA en 2031, l'étude d'aussi grands champs dépassant largement les capacités des autres futurs télescopes spatiaux X comme XRISM (X-ray Imaging and Spectroscopy Mission) un projet commun JAXA/NASA. Athena combinera un grand télescope à rayons X et des instruments scientifiques de pointe pour jeter un nouvel éclairage sur l'univers des hautes énergies.



▲ ***Image composite X et visible de l'amas de galaxies de Coma obtenue avec la caméra EPIC de XMM-Newton et le Digitzed Sky Survey II. (ESA/XMM-Newton/DSS-II/J. Sanders et al. 2019)***

◄ ***Vue d'artiste de XMM-Newton, le télescope X le plus sensible jamais construit. Sa conception de haute technologie fait appel à plus de 170 miroirs cylindriques de faible épaisseur répartis sur trois télescopes. Son orbite l'amène à presque un tiers du trajet vers la Lune. Lancé depuis Kourou, en Guyane française, le 10 décembre 1999, il tire son nom de sa conception de multi-miroirs à rayons X et rend hommage à Sir Isaac Newton. (ESA)***

NGC 6240

Basé sur un communiqué NRAO

Le réseau ALMA a permis de créer l'image la plus détaillée à ce jour des nuages de gaz entourant deux trous noirs supermassifs dans une galaxie. Celle-ci, NGC 6240, distante de 400 millions d'années-lumière dans la constellation d'Ophiuchus, résulte de la collision et de la fusion de deux galaxies. NGC 6240 a déjà été observée à plusieurs reprises, car elle est relativement proche. Sa forme est irrégulière, complexe et chaotique. La collision entre les deux galaxies originelles est toujours en cours et leurs trous noirs supermassifs n'ont pas encore fusionné.

Les nouvelles observations d'ALMA ont accru d'un facteur dix la résolution des images obtenues auparavant, montrant pour la première fois la structure du gaz froid dans la galaxie, même dans la sphère d'influence des trous noirs.

La clé pour comprendre ce système de galaxies est le gaz moléculaire. Il est le combustible nécessaire à la formation des étoiles, mais il alimente aussi les trous noirs supermassifs, ce qui leur permet de se développer.

La majeure partie du gaz se trouve dans une région située entre les deux trous noirs. Des observations moins détaillées faites précédemment suggéraient que le gaz pourrait être distribué dans un disque en rotation. Les

NGC 6240 vue par ALMA (en haut à droite) et le télescope spatial Hubble (image combinée à gauche et zoom de la partie centrale en bas à droite). Dans l'image ALMA, le gaz moléculaire est bleu et les trous noirs sont les points rouges.
ALMA offre la vue la plus nette du gaz moléculaire autour des trous noirs dans cette galaxie en fusion.
(ALMA/ESO/NAOJ/NRAO, E. Treister ; NRAO/AUI/NSF, S. Dagnello ; NASA/ESA Hubble)

images d'ALMA montrent au contraire un flux chaotique de gaz avec des filaments et des bulles entre les trous noirs. Une partie du gaz est expulsé vers l'extérieur à une vitesse pouvant atteindre 500 kilomètres par seconde.

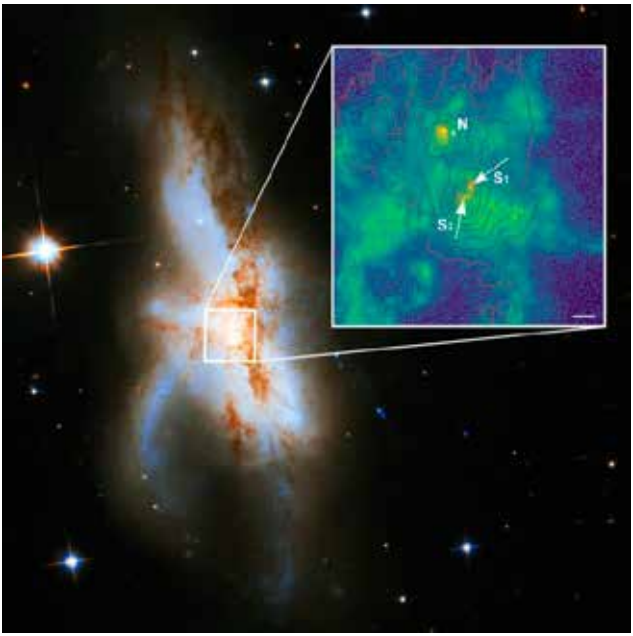
Une autre raison d'observer le gaz de façon aussi détaillée est que cela aide à déterminer la masse des trous noirs. Les modèles précédents, basés sur le mouvement des étoiles environnantes, indiquaient que les trous noirs étaient beaucoup plus massifs que ce à quoi nous nous attendions, soit environ un milliard de fois la masse du Soleil. Les nouvelles données montrent pour la première fois combien de gaz est effectivement capturé dans la sphère d'influence des trous noirs. Cette masse est importante, ce qui permet de réduire les estimations de la masse des trous noirs : quelques centaines de millions de fois la masse du Soleil.

Ce résultat laisse penser que la plupart des mesures précédentes de trous noirs dans des systèmes tels que celui-ci pourraient être erronées de 5 à 90%.

Le gaz est plus concentré autour des trous noirs qu'on ne l'imaginait. Il est situé dans un environnement très extrême et l'on pense qu'il finira par tomber dans les trous noirs, ou qu'il sera éjecté à grande vitesse.

Les astronomes ne trouvent pas de signe de la présence d'un troisième trou noir qu'une autre équipe avait récemment prétendu avoir découvert. Il n'y a pas de gaz moléculaire associé à ce prétendu troisième noyau. Il pourrait s'agir d'un amas d'étoiles au lieu d'un trou noir.

La haute sensibilité d'ALMA et sa résolution sont cruciales pour en apprendre davantage sur les trous noirs supermassifs et le rôle du gaz dans les galaxies en interaction. NGC 6240 est si complexe que l'on ne pourrait jamais savoir ce qui se passe à l'intérieur sans ces images radio détaillées. Les astronomes ont maintenant une meilleure idée de la structure 3D de la galaxie, ce qui leur donne l'occasion de comprendre comment les galaxies évoluent au cours des dernières étapes d'une collision. Dans quelques centaines de millions d'années, cette galaxie aura une apparence bien différente de celle que nous voyons actuellement.



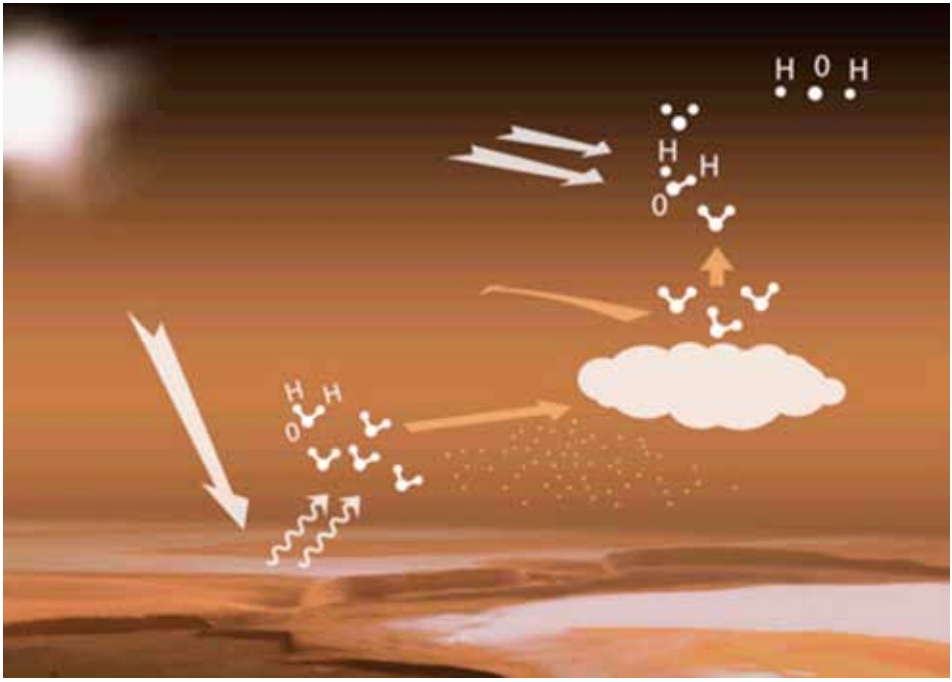
Il y a peu (*Le Ciel, *janvier 2020, p 41), des astronomes annonçaient la présence d'un troisième trou noir supermassif dans NGC 6240, une proposition qui est maintenant remise en question. (Weilbacher/AIP, NASA, ESA, the Hubble Heritage/STScI/AURA-ESA/Hubble Collaboration, A Evans/University of Virginia/Charlottesville/NRAO/Stony Brook University)

L'eau de Mars

Basé sur un communiqué CNRS

La petite Planète rouge se vide plus rapidement de son eau que ce que la théorie et les observations passées laissaient penser. La disparition progressive de l'eau se déroule dans la très haute atmosphère de Mars : le rayonnement solaire et la chimie dissocient les molécules d'eau en atomes d'hydrogène et d'oxygène que la faible gravité martienne ne peut empêcher de s'échapper dans l'espace. Des chercheurs viennent de mettre en évidence que la vapeur d'eau s'accumulait dans des proportions inattendues à plus de 80 km d'altitude dans l'atmosphère martienne. De grandes poches atmosphériques sont même en état de sursaturation extrême : l'atmosphère contient alors 10 à 100 fois plus de vapeur d'eau que sa température ne lui permet en théorie. Avec les taux de sursaturation constatés, la capacité de l'eau à s'échapper serait plus que décuplée à certaines saisons.

Cycle de l'eau dans l'atmosphère de Mars. Lorsque les grands réservoirs de glace des pôles sont éclairés par le Soleil, de la vapeur d'eau est libérée dans l'atmosphère. Ces molécules d'eau sont transportées par les vents vers des altitudes plus élevées et plus froides où, en présence de poussières, elles peuvent se condenser en nuages ce qui empêche leur progression rapide et en masse vers les altitudes supérieures (comme sur Terre). Sur Mars, la condensation est souvent entravée. L'atmosphère est donc régulièrement sursaturée en vapeur d'eau, ce qui permet à encore plus d'eau d'atteindre la haute atmosphère où le rayonnement UV du Soleil la dissocie en atomes. La découverte d'une présence accrue de vapeur d'eau à très haute altitude implique qu'un nombre plus important d'atomes d'hydrogène et d'oxygène sont capables de s'échapper de Mars, amplifiant la perte de l'eau martienne sur le long terme. (ESA)

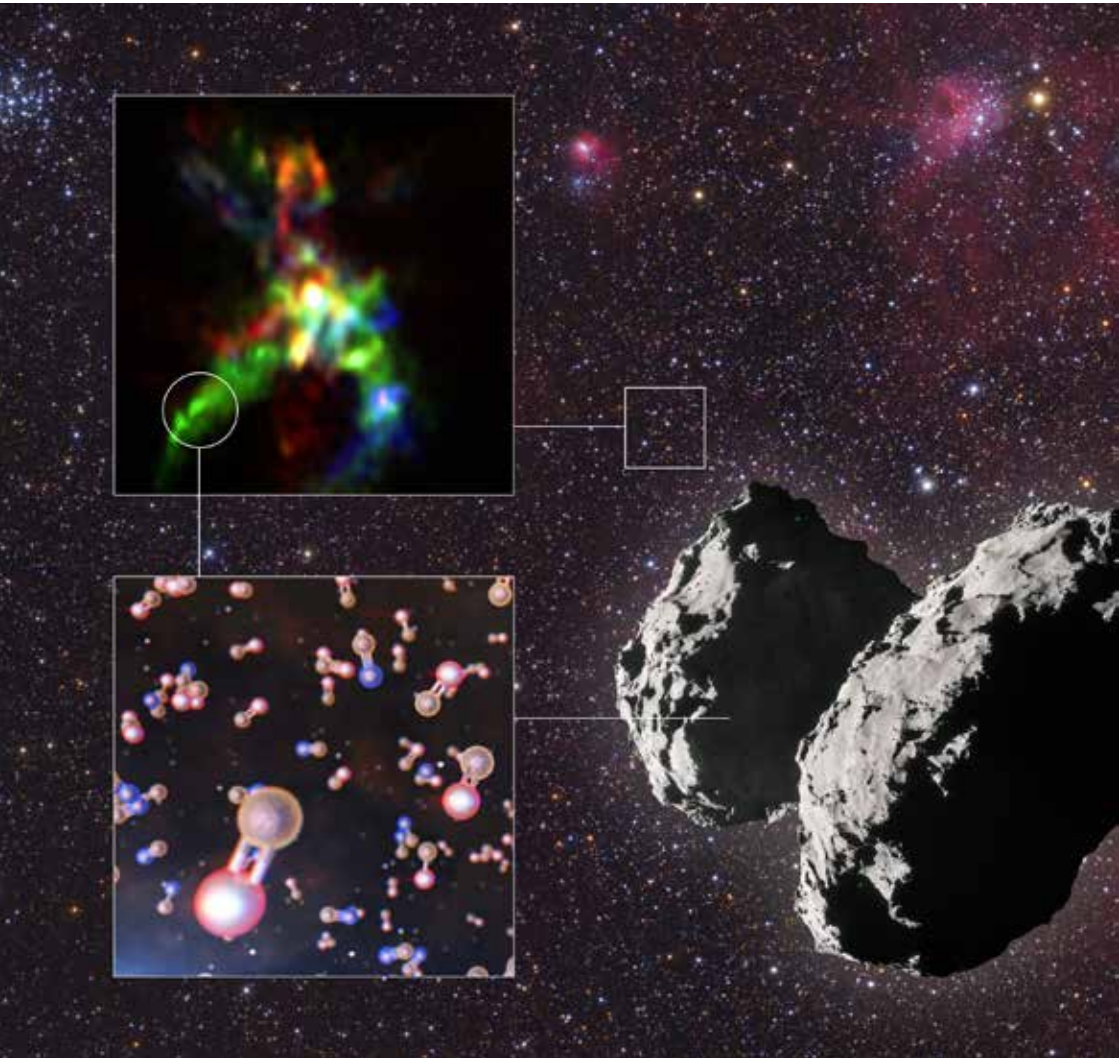


Phosphore

Basé sur un communiqué ESO

Présent dans notre ADN et nos membranes cellulaires, le phosphore est un élément essentiel à la vie telle que nous la connaissons. Toutefois, les modalités de son arrivée sur la Terre primitive demeurent inconnues. Les astronomes sont cependant parvenus à retracer le parcours du phosphore depuis les régions de formation stellaire jusqu'aux comètes en combinant les données acquises par le réseau ALMA et la sonde Rosetta de l'Agence Spatiale Européenne. Leur travail de recherche révèle le site de production des molécules contenant du phosphore, leur transport cométaire ainsi que le rôle crucial joué par une molécule particulière dans l'apparition de la vie sur notre planète il y a quelque 4 milliards d'années.

La résolution d'ALMA a permis d'examiner en détail la région de formation stellaire AFGL 5142. Les astronomes ont donc pu localiser le site de production des molécules phosphorées comme le monoxyde de phosphore. De nouvelles étoiles et leurs cortèges



planétaires se forment dans des nuages de gaz et de poussière qui constituent des cibles privilégiées pour la recherche des éléments constitutifs de la vie.

Les observations d'ALMA ont montré que la création de molécules phosphorées accompagne la formation d'étoiles massives. Les vents stellaires créent des cavités et, sous les effets combinés des ondes de choc et du rayonnement, des molécules contenant du phosphore se forment sur leurs parois – en particulier le monoxyde de phosphore, la molécule phosphorée la plus abondante sur ces sites.

Après avoir recherché cette molécule dans diverses régions stellaires au moyen d'ALMA, l'équipe s'est focalisée sur un objet du Système solaire : la célèbre comète 67P/Churyumov–Gerasimenko. L'idée était de suivre la trace de ces composés phosphorés. Si les parois de la cavité s'effondrent pour donner lieu à une étoile – de faible masse, comme le Soleil en l'occurrence –, le monoxyde de phosphore est susceptible de geler et de se retrouver piégé dans des grains de poussière glacés qui demeurent en périphérie de la nouvelle étoile. Avant même que l'étoile ne soit complètement formée, ces grains de poussière s'agglutinent en cailloux, en rochers, et finalement en comètes, qui deviennent des vecteurs de monoxyde de phosphore.

L'instrument ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) embarqué à bord de la sonde ROSETTA a collecté, deux années durant, des données concernant 67P. À l'époque de la mission, ces données avaient révélé la présence de phosphore. Toutefois, les astronomes ignoraient quelle était la molécule ayant contribué à son acheminement sur la comète. Le monoxyde de phosphore était un excellent candidat et, en ré-examinant les données, les astronomes ont pu en dénicher la trace.

Cette première détection de monoxyde de phosphore sur une comète permet d'établir une relation entre les régions de formation stellaire, sites de production de la molécule, et la Terre.

La combinaison des données d'ALMA et de ROSINA a révélé une sorte de fil conducteur chimique durant tout le processus de formation stellaire, dans lequel le monoxyde de phosphore joue un rôle crucial.

Le phosphore est un élément essentiel à la vie telle que nous la connaissons. Les comètes ont probablement acheminé de vastes quantités de composés organiques jusqu'à la Terre. Le monoxyde de phosphore découvert dans la comète 67P renforce ainsi le lien entre les comètes et la vie sur Terre.

◄ Les observations réalisées avec le réseau ALMA ont permis de déterminer avec précision l'origine des molécules contenant du phosphore : des régions de formation stellaire comme AFGL 5142. À l'arrière-plan de cette infographie figure le ciel de la constellation d'Auriga. L'image ALMA de cet objet se trouve dans le coin supérieur gauche de l'infographie, et l'un des endroits où l'équipe a trouvé des molécules phosphorées est indiqué par un cercle. La molécule phosphorée la plus courante dans AFGL 5142 est le monoxyde de phosphore, représenté en orange et en rouge dans le diagramme en bas à gauche. Une autre molécule qui y a été trouvée est le nitrure de phosphore, représenté en orange et en bleu. En utilisant les données de l'instrument ROSINA à bord de la sonde Rosetta, les astronomes ont également trouvé du monoxyde de phosphore sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, représentée en bas à droite. Cette première observation de monoxyde de phosphore sur une comète aide les astronomes à établir un lien entre les régions de formation des étoiles, où la molécule est créée, et la Terre, où elle a joué un rôle crucial dans le démarrage de la vie.

(ALMA/ESO/NAOJ/NRAO, Rivilla et al. ; ESO/L. Calçada ; ESA/Rosetta/NAVCAM ; Mario Weigand, www.SkyTrip.de)

Le ciel d'avril

Les heures sont indiquées en **Temps Universel**.

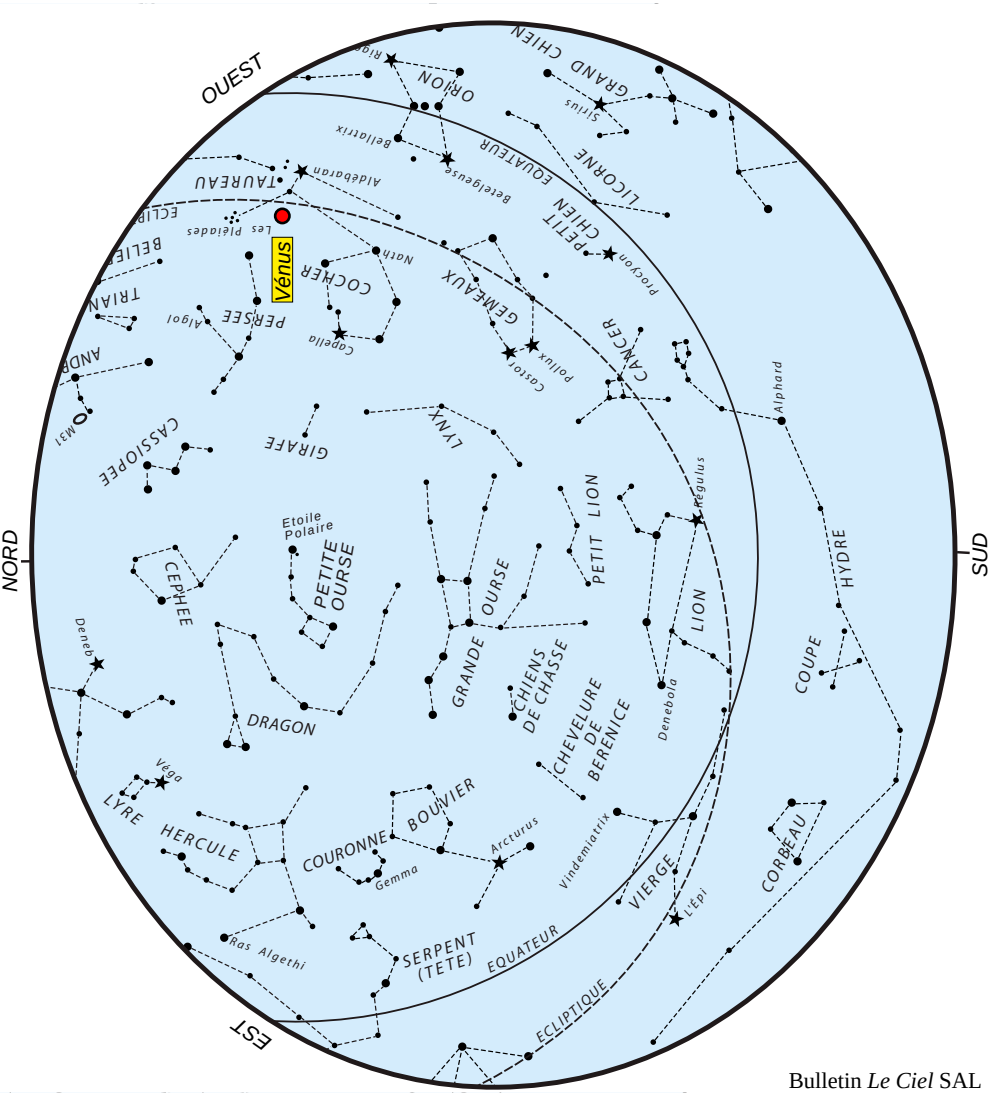
Pour obtenir l'**heure légale** en **2020** il faut ajouter :

1 heure pendant la période de l'heure d'hiver, soit du début de l'année jusqu'au dimanche 29 mars à 01 h TU et du dimanche 25 octobre à 01 h TU jusqu'à la fin de l'année.

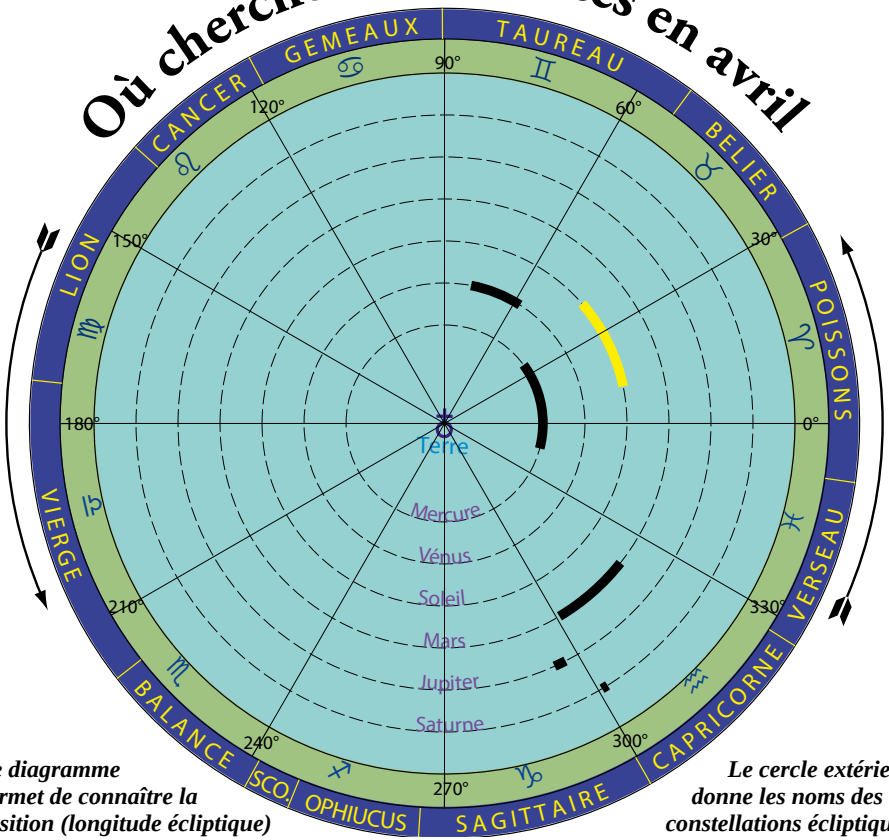
2 heures pendant la période de l'heure d'été.

La position des planètes est donnée pour le 10 du mois.

L'aspect du ciel le 10 avril à 21h ou le 25 à 20h (TU)



Où chercher les planètes en avril



Ce diagramme permet de connaître la position (longitude écliptique) du Soleil et des cinq planètes visibles à l'œil nu pour un observateur terrestre.

Le cercle extérieur donne les noms des 13 constellations écliptiques tandis que le cercle intérieur donne les symboles des 12 signes du zodiaque.

Le Soleil : quittera la constellation des Poissons pour celle du Bélier le 18. On regagnera 1 heure et 50 minutes de clarté durant le mois.

Mercure : elle se lève le matin peu avant le Soleil et n'est pas observable en avril.

Vénus : elle brille le soir à l'ouest-nord-ouest. Ne ratez pas son passage dans les Pléiades en début de mois.

Mars : encore visible le matin bas sur l'horizon sud-est. Elle s'éloigne du couple Jupiter Saturne dont elle était proche en début de mois. Voir le diagramme ci-dessus et l'annuaire en page 10.

Jupiter : visible le matin au sud-est.

Saturne : comme Jupiter, dont elle n'est séparée que de 5 à 6 degrés, on l'observera le matin au sud-est.

Éphémérides d'avril

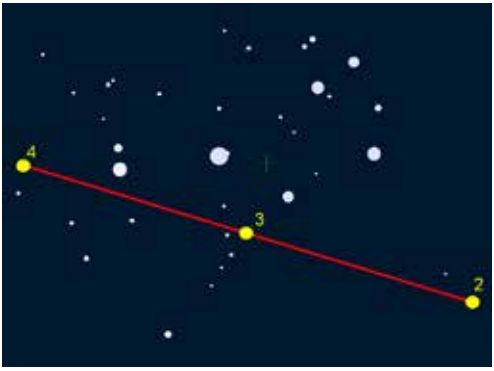
LD

Les heures sont données en Temps Universel : on ajoutera 2 h pour l'heure de la montre.
Adapté du *Hemelkalender – Jean Meeus*

Principaux phénomènes du mois

Le 01 à 10 h 21 *Premier quartier de la Lune.*

Les 2, 3 et 4 ***Vénus traverse les Pléiades. Sur la figure ci-contre, où le nord est en haut, sont représentées toutes les étoiles jusqu'à la magnitude 8. Vénus de magnitude −4,6 est beaucoup plus brillante. Sa position est marquée pour les 2, 3 et 4 à 20 h TU. La hauteur de la figure représente environ 1,5°. Voir aussi pages suivantes.***



Le 04 à 19 h La Lune 3° au nord de Régulus.

Le 07 à 18 h 09 La Lune, presque pleine à l'horizon est, se trouve au périgée à 356 907 km du centre de la Terre. C'est la plus courte distance en 2020. Vue depuis Liège, c'est peu avant son passage au méridien qu'elle sera la plus proche et la plus grosse : à la distance de 353 123 km avec un diamètre de 33′50″ à 23 h 31. Contrairement aux apparences trompeuses qui nous font voir la Lune plus grosse à l'horizon, à 18 h 09 son diamètre était plus petit de 18″.

Le 08 à 02 h 35 *Pleine Lune.*

Le 14 à 22 h 56 *Dernier quartier de la Lune.*

Les 15 et 16

La Lune à 4 h : le 15, au sud de Jupiter et Saturne, et le 16, au sud de Mars. Sur la figure ci-dessus le zénith est en haut. Les conjonctions géocentriques ont lieu respectivement le 14 à 23 h pour Jupiter, le 15 à 9 h pour Saturne et le 16 à 4 h pour Mars. (Image Hemelkalender)

Le 23 à 02 h 26 *Nouvelle Lune.*

Le 25 à 20 h Observez à l'ouest le petit croissant de Lune s'approchant des Hyades avec Vénus 13° plus haut et les Pléiades 8° à droite. La conjonction entre la Lune et Aldébaran a lieu le lendemain à 4 h sous l'horizon.

Le 26 à 09 h Uranus en conjonction avec le Soleil.

Le 30 à 20 h 38 *Premier quartier de la Lune.*

Les observateurs

Conjonction de Vénus et des Pléiades

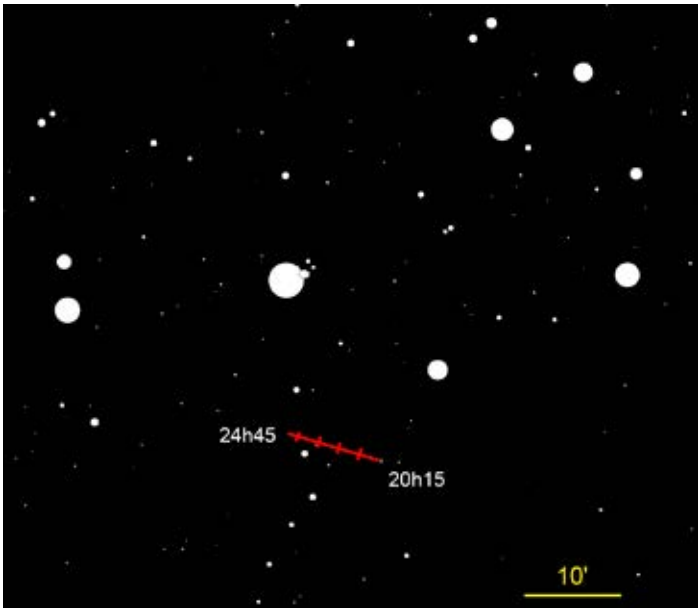
Ce 3 avril durant la première partie de nuit, que vous soyez en ville ou en campagne, levez les yeux vers le ciel, vers l'horizon ouest. Vous assisterez à un superbe spectacle dont la planète Vénus tiendra la vedette. Ce soir-là, cette planète sera le deuxième objet le plus brillant du ciel après la Lune et elle croisera l'amas ouvert des Pléiades (on appelle ce phénomène une conjonction).

Visibles à l'œil nu, les Pléiades (également connues sous le nom de Messier 45) sont souvent comparées à une boîte à bijoux tant ses étoiles sont brillantes et groupées. Avec Vénus à ses côtés, cette boîte à bijoux sera complétée d'un saphir.

Cette conjonction est le résultat de l'alignement de la Terre, de Vénus (à moins d'une unité astronomique de la Terre) et des Pléiades (à 444 années-lumière de la Terre).

Ce phénomène est observable par tous les moyens d'observation visuelle possibles : à l'œil nu, aux jumelles, à la lunette et au télescope.

La planète Vénus se déplacera de 10′ pendant la soirée et l'utilisation d'un télescope ou d'une lunette est conseillée pour admirer son déplacement par rapport aux étoiles de l'amas. Au travers d'un instrument d'observation, vous pourrez constater que Vénus aura une phase similaire à celle d'un premier quartier de Lune (45 % de sa surface sera éclairée).



La progression de Vénus entre le coucher du Soleil et le coucher de la planète. Ici les temps sont en heure locale.

Quant à la prise en photographie de ce phénomène, un appareil photographique posé sur un pied fixe muni d'un déclencheur souple vous permettra d'obtenir un beau résultat en quelques secondes de pose.

À la lunette et au télescope, la photographie de l'alignement ne sera pas évidente à réaliser car la différence de luminosité sera très importante entre la seconde planète du Système solaire et les étoiles des Pléiades. En effet, il y aura plus de 7 magnitudes de différence entre Vénus (-4,6) et Alcyone (l'étoile la plus brillante de l'amas à +2,86). Cela ne signifie pas que cet alignement ne sera pas photographiable, bien au contraire. Il sera possible de faire apparaître la planète surexposée et les Pléiades ensemble. Dans le cas où vous voudriez faire apparaître le croissant de Vénus sans surexposer la planète, les étoiles de l'amas risquent de ne pas apparaître sur l'image par manque de temps de pose. Tout comme il ne sera pas possible de faire apparaître les nébuleuses dans lesquelles baignent les étoiles des Pléiades avec Vénus sans que celle-ci ne brûle toute l'image avec sa lumière. Le juste milieu est de faire apparaître les étoiles de l'amas avec Vénus quelque peu surexposée. Dans ce dernier cas de figure, n'hésitez pas à réaliser un time-lapse montrant le mouvement de Vénus par rapport aux étoiles des Pléiades du début de soirée jusqu'à leur coucher.

Quoi qu'il en soit, nous organisons ce jour-là une soirée d'observation à l'observatoire de La Fosse dès 21h30 exclusivement destinée à l'observation et à la photographie du phénomène.

La Lune est-elle visible en journée ?

Le 7 février 2020, au terme d'une conférence donnée à Barvaux sur le thème de l'observatoire de La Fosse, lors des questions/réponses, j'ai eu la question suivante : « Peut-on voir la Lune en journée ? ». La question m'était posée

tout à fait sérieusement par un septuagénaire qui de toute sa vie n'avait jamais vu l'astre de nuit en pleine journée.
La réponse est bien évidemment positive.
Ces deux clichés effectués à l'observatoire de La Fosse le 6 février 2020 vous montrent la Lune de jour et de nuit.

Visite de l'athénée royal de Soumagne

En octobre 2019, j'ai eu l'occasion de présenter deux conférences en une journée à l'athénée royal de Soumagne sur le thème de l'observatoire de La Fosse.
Suite à ces conférences, les étudiants ont demandé à leurs professeurs à pouvoir venir à l'observatoire pour vérifier si le ciel vaut vraiment la peine d'être admiré en vrai et non derrière un écran d'ordinateur.
Après de multiple reports de dates à cause de la météo belge très capricieuse et à cause des examens de décembre, nous sommes finalement parvenus à nous fixer rendez-vous le 6 février 2020 à 18h30.
Nous étions Jean-Luc Mairlot, Rosario Spagnolo et moi-même prêts à recevoir ce groupe de 26 personnes (étudiants et professeurs).
Nous étions avec une lunette de 101 mm de diamètre, un télescope de 200 mm de diamètre et le télescope de 508 mm de diamètre de l'observatoire pour leur montrer le ciel comme ils ne l'ont jamais vu de leur vie.
La vision qu'ils ont tous eue de la Lune aux différents instruments d'observation ne les laissera jamais indifférents jusqu'à la fin de leur vie car ils ont pu voir la Lune comme peu de gens la voient sur toute une vie. Des réactions très positives ont été exprimées notamment par certains d'entre eux qui s'attardaient plus que d'autres pour admirer la Lune à l'oculaire et au binoculaire des instruments.

La nébuleuse d'Orion et Vénus ont également tenu la vedette aux instruments. Ces étudiants sont partis frigorifiés pour certains d'entre eux (qui n'étaient pas suffisamment habillés car il faisait -4°), mais je pense que nous reverrons plusieurs d'entre eux lors de nos futures soirées d'observation pour le public.

La Lune au plus près de la Terre

Ce n'est un secret pour aucun astronome, la Lune a une orbite elliptique qui fait qu'elle passe chaque mois par un point situé au plus près de la Terre (point qui s'appelle le périgée et qui se trouve à une moyenne de 362 600 km) et par un point le plus éloigné de notre planète (point qui s'appelle l'apogée et qui se trouve en moyenne à 405 400 km).

Dans mon article du mois d'octobre 2019, j'avais attiré votre attention sur le fait que nous allions avoir une pleine Lune proche de son apogée le 13 octobre 2019 et une pleine Lune proche de son périgée le 8 avril 2020.

Si vous êtes parvenu à prendre en photographie la pleine Lune le 13 octobre 2019 malgré la mauvaise météo de ce jour-là, pensez donc à photographier la Lune ce 8 avril 2020 avec le même instrument d'observation, avec le même appareil photographique, et avec les mêmes réglages (ISO et temps de pose). Il vous suffira alors de comparer les 2 clichés obtenus pour réaliser que le diamètre de la Lune sera fort semblable (à 12% près).

Si vous n'êtes pas parvenu à photographier la Lune à son apogée le 13 octobre dernier, il n'y a pas de problème car vous pourrez le faire lors de la pleine Lune à son apogée le 31 octobre 2020.

Dessiner le ciel profond au XXIe siècle

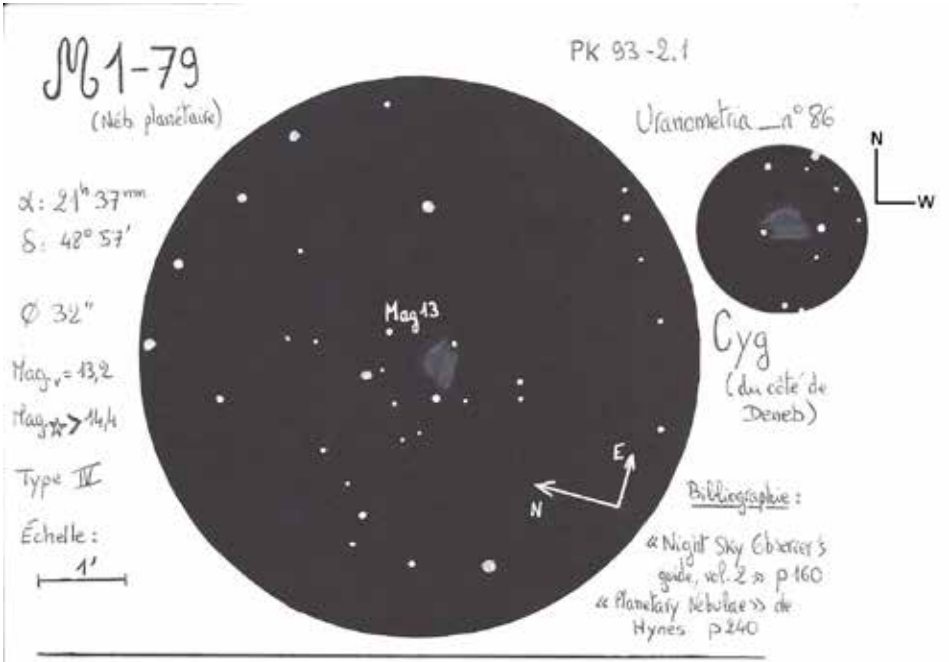
Fabrice Morat

On pourrait croire cette technique oubliée et ensevelie au fin fond des gadgets électroniques de notre époque. C'est pourtant une manière intelligente de qualifier et quantifier ses informations visuelles de terrain, simplement.

États d'âme :

Je peux tenter d'expliquer ma méthode de travail et le cheminement qui m'a conduit à analyser les objets du ciel profond de cette manière. Ce dernier point est le plus important à mon avis face à la déferlante de l'imagerie électronique et également les dérives de certains à vouloir s'aider d'outils justement électroniques pour produire un dessin à l'écran. À ce stade, il me semble important de ne pas tout mélanger et de ne pas opposer le monde des imageurs à celui des observateurs mais plutôt de les mettre en parallèle. C'est un biais dans lequel je suis tombé au début mais j'en suis revenu. J'ai désormais le plus grand respect pour mes confrères imageurs car je connais la lourdeur de leur tâche pour produire une belle image. Ce que j'aimerais expliquer aussi, c'est qu'il est possible en 2020 de dessiner tout simplement avec papier, crayon et prises de notes sans le recours à des champs pré-étoilés systématiques ou à la DAO. Imaginez l'inverse et ce serait ridicule, les imageurs ont-ils besoin de crayons bien taillés ou d'estompes pour réaliser leurs images !

Un état des lieux de l'astrodessinateur du XXIe siècle semble s'imposer. Et, plutôt que d'expliquer des notions de base en dessin, si l'on parlait d'astronomie physique tout simplement. Il suffit de faire parler ses dessins (s'ils sont bien exécutés dans la nuit) et donc de les étudier, c'est fou comme on peut en extraire des détails croustillants, une phase tellement enrichissante. Hélas, bien souvent, même pour les astrodessinateurs de talent, la phase s'arrête à l'établissement d'un dessin plus ou moins léché et puis c'est tout...



Le 21 septembre 2000 vers 23h TU
à ENTREMONT (Haute-Savoie)

Fabrice MORAT
φ: 45°57'N L=6°26'E Alt. 280m

Retour de conditions anti-cycloniques	P: 1020 HPa (1) Vent: nul Magnitude = 6,5
Turbulence : Bonne (S2)	θ°: 8°C Transparence : Très bonne (T1)

CG11 (T280) FrD ≃ 10,8 Grossissements : 245x (Nagler 12)
292x (Pentax 10,5)

Impressions visuelles & Remarques : Assez proche de l'amas ouvert M39.

Minkowski 1-79 apparaît au T280 x 245 comme une tache ovale faible allongée E-W dans un champ constellé d'étoiles faibles. Le filtre UHC m'a permis d'en mieux discerner les contours, les pôles N et S apparaissant, dans ces conditions, légèrement plus lumineux (confirmation sur les clichés). Le filtre OIII renforce exagérément l'éclat général de la nébuleuse.

Le type de cette planétaire, selon Vorontsov-Velyaminov, correspond à une structure annulaire. Pour ma part, au T280 et sur les photographies, je n'en vois qu'une forme irrégulière. Pourtant, ce type de classification est basé sur des critères observationnels. À confirmer ou à infirmer par de plus grands optiques. Dans la classification de Khromov & Kohoutek, moins connue et plus sommaire, M 1-79 correspondrait au type 2 (→ Forme elliptique avec un maximum d'éclat à chaque extrémité du petit axe).

Erratum : • À noter la dicte d'élongation de l'objet annoncée dans le Night sky observer's guide.
• La carte de M1-79 dans le « Hynes » (cf. Bibliographie) n'est pas orientée correctement : inversion N-S.

Dessin au C11

M 1-79

(Néb. planétaire)

PK 93-2.1

Interstellarum __ n°17
Uranometria __ n°31
Millenium __ n°1105

α : 21h 37mn 2s
δ : 48°56'12"

Ø 44" x 27"

Mag. 13,2

Mag. ★ 19,1

Type IV

N

W

Cyg

(lieu côté de M39)

Échelle :

30"

Bibliographie :

« Night Sky Observer's guide, vol. 2 » p 160
« Visual observations of PN, K. Wallace » p 343
« The IAC morphological catalog of northern galactic PN » p 80

Le 29 août 2019 vers 0h TU
à Les Trouches (île de la Réunion)

Fabrice MORAT
φ = 20°47'N L = 17°37'W Alt. = 350m

Météo

θ° = 21,1°C	P = 1018,6 hPa	H = 31%	Turbulence : bonne (S2)
Transparence : excellente (T1)		h = 69° (hauteur/horizon)	

T600 F/D 3,55 Grossissements : **605x** (Pentax 35)

Impressions visuelles & remarques : « Une NP plaisante à dessiner dans un gros diamètre »

Ne vous fiez pas à sa nomenclature singulière ou à sa magnitude visuelle assez profonde, cette NP atypique supporte les G sans baisse de contraste. Elle est passée même de 1 à 2 ★ dans le dernier NGC vol. 4 (rotation justifiée) mais l'élongation orientée de l'objet n'a toujours pas été corrigée. Au premier coup d'œil, on note une forme en goutte d'eau avec les 2 anses un peu plus marquées ; de plus l'intérieur est moucheté. Le filtre OIII renforce l'ovale, le filtre UHC une présence aussi intéressant tandis que les Hβ et le He II l'éteignent complètement. De nombreux détails apparaissent par la suite : les anses en forme de pince peinent à se refermer vers l'W. La région centrale est fort pittoresque : elle présente 2 nodosités dont celle N particulièrement dense renforce l'arc et semble même d'éclairer partiellement. Nous sommes ici dans la zone équatoriale de cette bipolaire, en lieu intense où les vents d'émission se passent... Une barre transversale un peu moins brillante que l'ensemble relie obliquement ces 2 nodosités selon un axe en PA 14° selon les professionnels (mesuré à 10° sur mon dessin). De l'autre côté, l'axe E-W se prolonge en s'incurvant vers une série de 3 étoiles équidistantes et d'éclat croissant. Une 4e étoile encore plus faible (mag. 16,9) se joint au groupe. À ce stade, M1-79 me fait penser au « G cosmique » soit Abell 79 en plus contrasté. Même aux yeux des professionnels, c'est une NP bizarre avec sa forme elliptique inclinée (en PA 85°) constitué à ses périphéries d'éléments dans des régions extérieures. Une bouteille de gaz ionisé [illegible] une grande partie de l'ellipse [illegible] émission [illegible] mais il existe des [illegible]

Dessin au T600

Un rapport d'observation explicite en dessin

C'est presque une histoire que je vous conte. Cela ne me rajeunit pas, cet objet fait partie de mes tous premiers dessins, la présentation de la fiche est presque la même. Sa réponse était plaisante à l'oculaire, c'était en 2000 au **T279x245 & 292 + OIII + UHC** (cf. p. 232). En vignette, sur la même fiche, vous trouverez un extrait du dessin redressé suivant l'orientation officielle pour une meilleure comparaison avec d'autres instruments.

J'avais tellement aimé cet objet que je m'étais promis quelques années plus tard de le croquer avec le puissant C14. Nada, les années s'enchaînent, cette NP restait un peu dans mon cœur si bien que j'avais carrément pensé à elle pour une « first light » au T600. Pris dans les réglages de l'instrument et autres déboires, cela ne s'est pas fait non plus et je ne sais même pas d'ailleurs quel premier dessin j'ai réalisé avec le 600 ! (cf. p. 233)

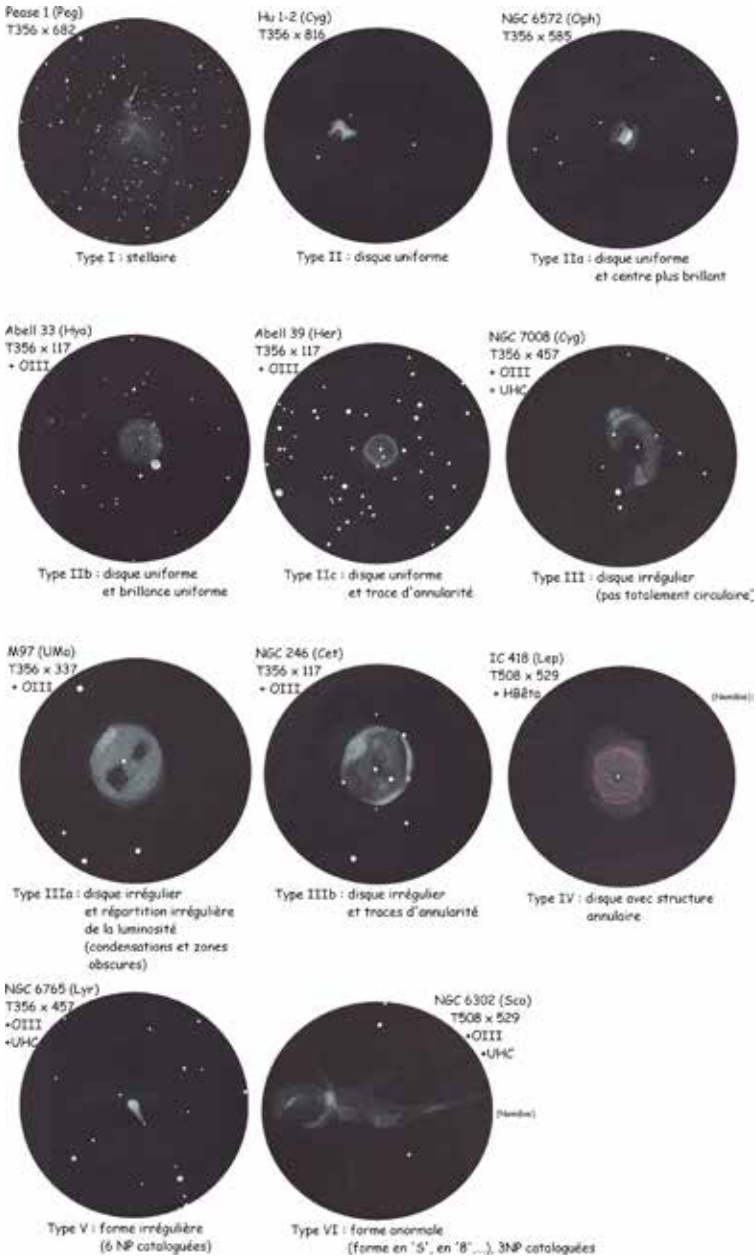
Chose réparée, le voici enfin dans mon classeur quelques 19 années plus tard. À ce stade, le lecteur attentif peut déjà comparer le rendu entre instruments, ou ces rapports-ci avec le sien, que ce soient ses notes de terrain ou mieux, sa propre ébauche de l'objet.

Dessiner, c'est avant tout observer longuement…

L'observation assidue sans prise de notes est effectivement assez proche du rendu d'un dessin mais sera toujours inférieure à celui d'un dessin correctement réalisé. Pourquoi ? Tout simplement par le fait que l'œil emmagasine des infos constamment durant toute la durée de l'exercice et que les traits finissent par s'ajouter, se chevaucher et parfois se soustraire. Bref, cela finit par faire une composition, soit une véritable intégration numérique comme pour nos confrères astrophotographes. On empile les « glimpses » les plus sûrs, ce qui peut faire penser aussi à un contraste exacerbé (il est vrai que certains styles forcent un peu le trait). Donc, même en observant plusieurs heures, on n'aura pas cet effet stockage d'informations si on ne les grave pas sur du papier. Par contre, les dessins rapidement exécutés – la plupart le sont – pourront se comparer aux bons rapports écrits. Pour ma part, je suis plutôt sur du « un seul objet par nuit », ou avec un second partiel. La faute en revient au temps dévolu à poser une par une chaque étoile de champ jusqu'aux plus faibles perçues. C'est un aspect des choses que mes collègues dessinateurs n'aiment pas faire et ils utilisent toute sorte de parade pour cela (trame stellaire au préalable ou retouche postérieure par des logiciels pour redonner un aspect flatteur aux points posés sur leur croquis). J'aime bien également revenir sur un même dessin la nuit suivante mais en général, à part quelques étoiles supplémentaires, je ne tire rien de plus sur l'aspect nébuleux de l'objet, la substantifique moelle ayant été extraite au premier jet.

Dessiner simplement… pas si évident pour tout le monde

Un des côtés plaisants de cette discipline est le coût dérisoire du matériel et une mise en œuvre rapide sur le terrain. Mais les tentations technologiques sont à nos portes et certains brouillent ce schéma en utilisant toute sorte de subterfuges pour produire un dessin, souvent de manière différée dans le temps. Que dire donc de l'emploi d'écrans lumineux juste à côté des instruments, de la reproduction de son croquis de terrain pour en faire un plus léché ou plus propre. J'ai remarqué que tous ces styles divers peuvent s'expliquer et traduisent souvent la personnalité de l'observateur. Ceux par exemple qui ne dessinent pas directement à l'oculaire ont parfois des difficultés physiques, plus rarement matérielles, à le faire ainsi. Il y a en tout cas toujours une explication qui justifie telle méthodologie. Certains voient mal de près avec un éclairage rouge ou n'ont pas le confort nécessaire devant leur télescope. Il y a aussi ceux qui manquent de temps pour se farcir un champ d'étoiles devant le nombre de nuits à la météo favorable restreintes sur une année. Il y a enfin ceux qui manquent de confiance dans le rendu final et préfèrent recourir à une version postérieure complètement numérisée, les outils de DAO ne manquant pas. Pour ma part, je me sers plutôt de l'outil informatique uniquement pour l'échelle, l'orientation et dans la phase « étude de l'objet » au moment d'établir la



Mosaïque des 11 formes de nébuleuses planétaires selon la classification de Vorontsov-Velyaminov. Exemple de travail de recoupement de dessins effectués principalement au C14.

fiche finale. Il y a longtemps qu'en 2020, il n'y a plus d'éthique dans la manière de dessiner. Malgré tout, les résultats de chacun sont respectables car la plupart essaient de conserver au mieux la fidélité des détails perçus. Tout travail, une fois cuisiné à la sauce de chacun puis inversé, scanné pour en produire une image affichable à l'écran ou dans une revue comme celle-ci, traduit l'effort de son créateur mais reste difficilement comparable au travail d'un autre styliste, pour un même objet. Toute galerie de dessins présente sur la toile doit être interprétée avec prudence et ne reste compréhensible de l'extérieur que si l'on connaît le style technique du dessinateur. C'est pourquoi chaque dessin est différent et j'engage ceux qui publient à bien expliquer leur méthodologie.

Aussi, j'ai opté dès le départ pour une pratique la plus simple possible et la plus directe avec le ciel. Je n'ai rien inventé, c'est pour moi juste un dessin de sciences naturelles ou de moine copiste. Si j'avais à dessiner une fleur ou un champignon, il est probable que je procéderais de la même manière, l'éclairage rouge en moins ! Même la recherche de l'objet se fait manuellement. J'ai refusé d'emblée le GOTO sur ma machine, ce grand annihilateur du contact réel avec le ciel. J'exécute le dessin de l'objet directement à l'oculaire, donc point de restitution à distance, qu'elle soit spatiale (en quittant son banc d'observation) ou temporelle. Le carton de papier pastel comme support sera finalement le dessin fini qui viendra se coller au dos de ma fiche donc pas de reproduction par calque ou d'étape de reprise intégrale de son brouillon. Il sera de fond noir et je travaillerai à la craie blanche, estomperai le plus gros, donc nul besoin d'inverser son dessin avec tel logiciel (la majorité des dessinateurs travaillant avec des crayons gris sur une feuille blanche, c'est la méthode en négatif). Le confort est bien sûr essentiel. Je dessine assis au gros Dobson comme je le faisais naguère au C14, avec le même siège. Seule la hauteur du regard au niveau du sol change, car ce siège télescopique, trop bas, est maintenant installé sur une plateforme elle-même modulable en hauteur (cf. p. 231)**.** Par ce biais, la subjectivité, la perte de fidélité s'en trouvent grandement éliminées. À la clé, il est question plus d'un rapport scientifique en image que d'un chef-d'œuvre.

La fiche décortiquée en détail

Voici quelques commentaires personnels rassemblant mon expérience sur le contenu de ces fiches d'observation. Il se peut que certains lecteurs soient d'un avis différent sur quelques propos mais cela ne devrait pas remettre en cause leur possible envie de dessiner à l'oculaire.

● **la nomenclature de l'objet** : ici **M 1-79** qui fait référence au catalogue de Minkowski. J'essaie d'employer la référence du catalogue prioritaire mais pour les nébuleuses planétaires, je préfère indiquer l'étiquette la plus intéressante à retenir de mémoire. Souvent, lorsque d'autres références pertinentes existent, je les note en petits caractères en marge de droite **(PK 93-2.1)**. Il n'est pas toujours utile de noter toutes les références croisées.

● **les caractéristiques physiques** de l'objet (en marge de gauche) : extraites du Deep Sky Field Guide (vol. 3) et méfiez-vous des données logicielles quand leurs sources sont inconnues. Je ne me fie pas trop à elles en cours d'observation mais les note plus tard lors de l'établissement de la fiche.

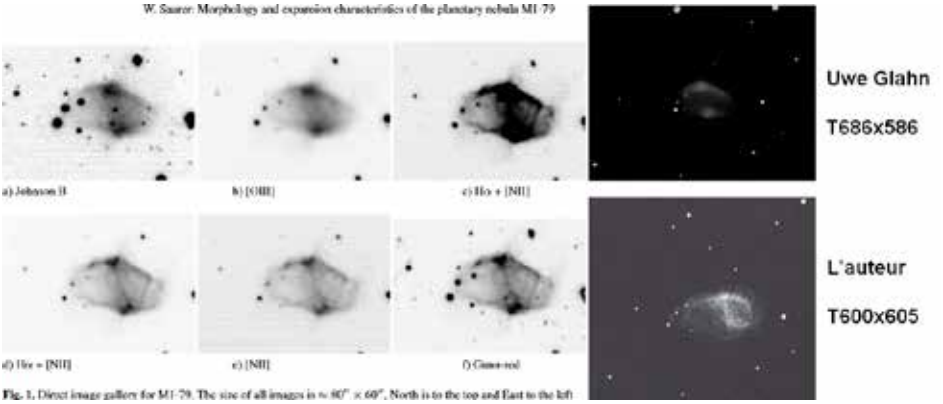
● **l'échelle** : elle n'est pas toujours représentée dans les rapports d'observation, ce qui pourtant me semble essentiel et basique. Sur le premier dessin, lorsque je n'avais pas encore l'accès aux bases de données professionnelles, je m'aidais uniquement de mon atlas Millenium pour reporter l'échelle à l'aide des étoiles les plus brillantes sur mon dessin, l'ouvrage étant muni d'un calque bien pratique. Désormais, je travaille avec Aladin (réf. 1), le logiciel me mesurant l'écart inter-étoiles ou entre une étoile et l'objet par exemple. Mais il faut toujours user de la règle de trois pour le jeu des rapports. Bien entendu, la précision de son échelle découle du soin plus ou moins précis au placement des étoiles de champ. J'ai ainsi remarqué que sa précision augmente avec la réduction du champ dessiné et devient donc plus fiable si l'on travaille à fort grossisse-

ment. J'essaie de ne pas trop utiliser des étoiles trop faibles posées en limite de vision et je prends des alignements dans tous les sens pour en faire une moyenne car il traîne toujours des distorsions dans certaines parties de son dessin. Vous comprenez mieux pourquoi cette étape rebute certains. Elle prend du temps et sa précision est directement fonction du temps à établir proprement ses étoiles de champ. Une fois la donnée moyennée en secondes, minutes d'arc voire en degrés (pour un dessin à l'œil nu), on sait tout de suite si on a réussi plus ou moins l'exercice de la veille.

● **les atlas papier** employés : ils changent au fil des années suivant les goûts personnels et suivant l'évolution des publications. Remarquez qu'au début, seul l'ancien Uranometria figurait. Désormais, mon préféré reste l'interstellarum de nos confrères allemands et l'indispensable Pocket Sky Atlas pour le voyage ou pour une recherche rapide. Ils ne me servent que pour la recherche de l'objet avec la méthode du cheminement d'étoiles. Sur le terrain, attention aux engins de torture de l'œil (tablettes numériques, téléphones portables et autres gadgets) qui, même en lumière rouge, ne favorisent pas la pleine accoutumance au ciel nocturne.

● **l'orientation** : c'est un autre point qui peut pécher dans les rapports d'observation. Elle figure en général sur la plupart de ceux-ci mais le soin est parfois grossier. Cela est souvent dû à une pose trop rapide des étoiles ou trop peu ou, plus rarement, à une comparaison avec des sources photographiques erronées. Du temps où mon tube optique était fixé sur une belle équatoriale allemande (la monture !), les axes N/S et E/O étaient directement reportés sur le dessin, avec donc une précision de terrain. Désormais en mode altazimutal, l'outil Aladin m'aide à le faire précisément mais cette fois plus tard au bureau. Je dispose alors mon dessin plaqué sur l'écran et je le tourne jusqu'à ce qu'il se superpose avec l'orientation de l'objet et le canevas d'étoiles. Il est certain que je n'aurais pu le faire avec un atlas papier aussi précis soit-il, l'échelle et les magnitudes perçues n'étant plus du tout les mêmes avec le gros Dobson. À noter que je n'échappe pas à des problèmes de rotation de champ puisque je passe plusieurs heures sur un même objet. C'est pourquoi, au cours de la nuit, je décale régulièrement ma planchette de dessin sur mes genoux pour compenser la rotation de la Terre. À ce stade, vous l'aurez deviné, la précision de l'orientation comme celle de l'échelle est liée directement au mode de suivi du télescope. Il est certain que le suivi automatique (qu'il soit altazimutal au T600 ou équatorial pour d'autres) est une aide d'autant plus précieuse que l'on utilise de forts grossissements. Il est toujours possible de dessiner avec un suivi manuel mais, dans les instruments moyens à gros, l'énergie que l'on perd à constamment tirer ou pousser son engin contribue à une distraction de l'observateur qui a déjà assez à faire à se concentrer sur sa cible. On dit que l'instrument doit se faire oublier, non ? Au final, j'arrive à une précision de moins de 5° d'angle de position sur la plupart des objets.

● **l'abréviation UAI** de la constellation hôte ainsi que la proximité d'une étoile ou d'un objet voisin visible à l'œil nu. Aucun conseil de cheminement ne figure dans mes fiches. C'est désormais inutile, chacun prenant



le parcours fléché qu'il préfère ou la machine GOTO qui coupe court à toute discussion quand elle fonctionne avec une précision suffisante (important pour les petits objets).

● **une bibliographie** plus ou moins sommaire qui rassemble non pas les articles scientifiques de référence (journaux spécialisés) mais les titres de manuscrits de ma bibliothèque qui traitent suffisamment de l'objet. Ce sont des ouvrages vulgarisés correspondant à une tranche de ma vie et dont certains entièrement lus et traités ne figurent plus dans mes rayonnages. Certains acquis plus récemment viennent les compléter ou se substituent à eux si l'objet est redessiné plus tard (cas de M 1-79).

● **la date d'exécution** avec l'heure de milieu de dessin pour une durée de 3 h minimum en moyenne.

● **les caractéristiques du lieu** : localité, coordonnées géographiques et altitude du lieu

● **les caractéristiques météo** : température, pression atmosphérique, hygrométrie, état de turbulence et de transparence suivant l'échelle appropriée, mention de la magnitude visuelle limite à l'œil nu et/ou valeur du Sky Quality Meter (SQM) et enfin la hauteur de l'objet sur l'horizon en milieu de dessin. Au niveau de la transparence de ciel exigée en ciel profond pour du dessin, on peut distinguer deux cas de figure :

- le dessin à l'œil nu ou aux jumelles : on dessine de grands champs stellaires, parfois de grandes nébuleuses obscures ou carrément des portions de Voie lactée, le ciel se doit d'être parfait avec des valeurs SQM >21,7 mag/sec^2 équivalent à des magnitudes visuelles limites à l'œil nu au zénith plus profondes que 7 pour de bons observateurs. Pourquoi ? On travaille alors avec des pupilles de sortie assez grandes, voire maximale à l'œil nu, le fond de ciel restant lumineux avec l'impossibilité de gagner en contraste. Si vos binoculaires grossissent suffisamment par rapport à leur diamètre (cas des 15×50), le contraste sera meilleur mais l'aspect sera toujours plus flatteur sous un très bon ciel dans les champs galactiques.

- le dessin télescopique : pour la plupart des objets, on pourra se satisfaire d'un ciel correct (autour de 21,2 mag/sec^2) comme celui que j'avais dans mes Alpes françaises. Et le travail d'amplification fera le reste, les pupilles de sortie diminuant, les petits contrastes finissent par ressortir du fond de ciel. J'ai l'exemple d'une galaxie que j'ai dessinée avec le 600 de manière fortuite sans le savoir à la fois dans les site alpin et canarien. Oserais-je vous dire que les 2 dessins étaient superposables (j'avais réutilisé le même oculaire de travail) mais sans détail additionnel dans le fuseau de la galaxie sur le dessin réalisé ici ? Seules une ou deux étoiles de champ en sus figuraient sur celui de La Palma. En dessin, il semble que l'état de turbulence atmosphérique compte beaucoup plus pour celui qui veut pousser la résolution de son instrument, même

en ciel profond. Un site au seeing régulièrement bon reste hélas beaucoup plus difficile à dénicher et l'agitation atmosphérique restera toujours l'obstacle majeur des grands collecteurs de lumière. C'est pourquoi je ne puis dessiner toutes les nuits sur l'île, si ce n'est de vous proposer des dessins au rabais.

● **le type d'instrument,** son rapport F/D et les grossissements principaux utilisés en cours de dessin. Lorsque les conditions s'y prêtent, il est important de grossir pour faire apparaître de nouveaux détails surtout dans les parties les plus condensées ou à brillance de surface élevée.

● **ses impressions visuelles** venant compléter ou appuyer la teneur du dessin. C'est la partie la plus intéressante à mon avis et celle qui figure très rarement aux côtés du dessin. Elle permet pourtant d'approfondir l'objet, on se pose des questions et on essaie d'apporter des réponses par le biais des lectures de la bibliographie ou par d'autres sources de référence des professionnels. Bien entendu, ma lecture s'arrête uniquement sur les articles traitant de l'observation dans la fenêtre étroite du visible. Mon principal intérêt est de tenter de faire parler son dessin. Sur une nébuleuse planétaire par exemple, est-ce que l'étoile centrale apparaît dans les limbes du flux [OIII] ? Et s'il y a un point central, est-ce la bonne ou une faible étoile de champ ? Les nodosités perçues relèvent de quel type d'émission ? Du bon usage des filtres interférentiels pour répondre à cette quête. Les faibles halos externes sont-ils discernables ? Ici, on traquera des traces de bipolarité et sur des dessins de galaxies majeures apparaîtront certainement des traces plus appuyées au crayon pastel, correspondant à des régions HII ou à des super amas d'étoiles. Les commentaires sont de nature diverse mais portent souvent sur des détails morphologiques. Sur M1-79 par exemple, on peut s'amuser à comparer son dessin correctement orienté aux images réalisées des professionnels dans différentes longueurs d'onde (photo mosaïque p. 238). On comprendra alors mieux sa réponse visuelle en vision scotopique et on en tire rapidement des conclusions sur les filtres à employer. Sur la plupart des dessins appliqués, lorsque des détails semblent erronés ou ne figurent pas à leur place, il y a presque toujours à la clé une explication physiologique de l'œil ou d'ordre psychologique. Les découvertes sont rarement au rendez-vous mais cela ne doit pas nous empêcher d'inspecter scrupuleusement le champ dessiné.

L'avenir du dessin en ciel profond…

Je ne sais si la qualité de transparence du ciel suivra sur notre planète, y aura-t-il encore suffisamment de sanctuaires ? Nous avons pourtant à notre disposition du matériel optique comme jamais nous n'avons eu et d'un bon rapport qualité-prix qui permet aux enthousiastes amateurs de pratiquer dans de bonnes conditions. L'accès libre aux bases de données professionnelles et les moyens d'échange ont permis une grande avancée dans ce domaine. Des objets considérés comme inaccessibles il y a quelques années sont plus souvent grattés sur le papier. Dans notre pratique, les outils technologiques, lorsqu'ils sont utilisés à bon escient, permettent d'aller plus loin et de mieux comprendre ce qui nous entoure. Lorsqu'ils sont employés à outrance ou en mode d'assistance, ils nous empêchent de réfléchir par nous-même et entraînent une dépendance. Pour une même perception à l'oculaire, le presse boutons remplacera-t-il le teneur de crayon ? Le dessin traditionnel disparaîtra-t-il une bonne fois pour toutes comme il avait une première fois sombré vers la fin du XIXe siècle chez les astronomes professionnels, évincé par les progrès de la photographie ? Le mot éthique étant rangé aux oubliettes, les plus optimistes diront que le principal est de pratiquer l'astronomie quelle que soit la manière.

Références bibliographiques

(1) Aladin progiciel de ciel interactif disponible gratuitement utilisé par les professionnels et disposant d'une passerelle efficace avec la base de données astronomiques officielles (Simbad).

(2) Astrodessin observation & dessin astronomique (Ed. Axilone) ouvrage collectif rassemblant tous les principaux courants de dessinateurs (2 tomes)

Titine et les gendarmes

Al Nath

***Reproduit de la série* Échos des Hauts-Plateaux**
avec l'aimable autorisation de l'éditeur Venngeist
http://www.hautsplateaux.org/

Lors de cette nuit déjà lointaine, mon copain et moi-même rentrions avec Titine après une petite séance d'observations astronomiques sur les Hauts-Plateaux marécageux.

Nous étions redescendus sur Verviers et avions décidé de rentrer sur Liège par la route sinueuse longeant la Vesdre lorsque, à la sortie de Pepinster, un feu rouge oscillant au milieu de la route nous imposa l'arrêt. Par derrière le feu, un bras et, au-delà, un gendarme...

Eh oui, nous n'en étions pas encore à l'ambiance parano actuelle de terrorisme omniprésent, mais les contrôles routiers nocturnes existaient déjà.

Le copain, passionné d'astronomie, avait construit son propre télescope, modèle Newton Texereau avec monture azimutale. Il avait même poli de ses mains le miroir de 21 cm qui l'équipait. Un bel engin d'observation du ciel nocturne, facile à transporter de surcroît.

Et c'est ce que Titine permettait, oui Titine, sa 2CV d'occasion, toute blanche. Le respect des règles sur les véhicules étant plus lâche qu'aujourd'hui, le siège arrière avait été enlevé sans état d'âme. L'espace ainsi dégagé pouvait aisément héberger le télescope, son trépied et les accessoires pour une expédition loin du ciel de Liège, enfumé par l'industrie sidérurgique et illuminé par l'activité urbaine.

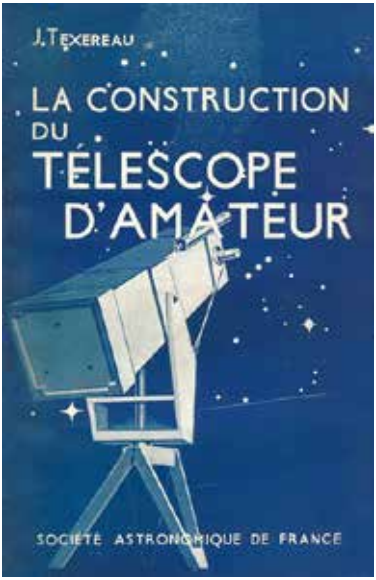
Les cieux étoilés des fagnes nous avaient donc permis une exploration cosmique profonde par cette belle nuit et nous étions de retour, deux jeunes humains vêtus de cache-poussières blancs à l'avant de cette Titine blanche, avec un long parallélépipède blanc dans le vide illégal de l'arrière...

Un gendarme d'âge mûr s'approcha, une torche à la main, nous salua en balayant du faisceau nos impassibles visages et nos blancs vêtements, puis s'attarda longuement sur la caisse à l'arrière.

Après un dernier coup d'œil compatissant à nos personnes, il conclut son examen avec un « Ah, Messieurs, vous travaillez donc. »

Hochements de nos deux têtes, évidemment. Pas d'autre mot échangé. Aucune vérification de papiers. La route nous fut ouverte.

Nous nous sommes toujours demandé si ce brave homme n'avait pas pensé que nous transportions un corps...



Cet ouvrage de Jean Texereau (1919-2014) fut la bible des astronomes amateurs désireux de construire leur propre télescope. Initialement publié en 1951, ce petit chef-d'œuvre fut réédité à plusieurs reprises et traduit en anglais.

Joyaux cosmiques

NGC 2022
La nébuleuse planétaire NGC 2022 dans Orion photographiée avec le télescope spatial Hubble. (ESA/Hubble & NASA, R. Wade)

NGC 2359

Première image du télescope Io, le Casque de Thor (NGC 2359) est une nébuleuse à émission située dans la constellation du Grand Chien, non loin de Sirius. Elle est excitée par l'étoile de Wolf-Rayet WR7.
Io est l'un des télescopes liégeois SPECULOOS installés au Mont Paranal (cf.* Le Ciel*, février 2019, 76)
(E. Jehin/ESO/SPECULOOS Team)

Neptune s'est invitée dans cette photo de Vénus prise le 28 janvier par Luc Désamoré. Les deux planètes qui la veille étaient alors au plus proche, distantes de seulement 0,1°, sont maintenant séparées de 1°. APN Nikon Coolpix P900, focale 98mm, pose de 1s à 1600 ISO.

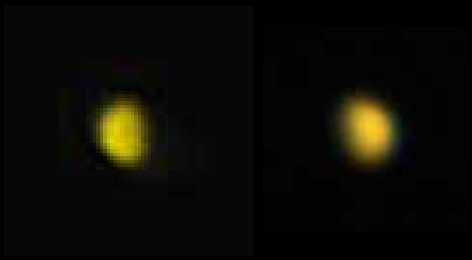
La nébuleuse planétaire NGC 1535 dans la constellation d'Eridan, photographiée par Pierre Ponsard.
Deux heures de pose à 800 ISO. APN Canon au foyer du T305 de La Fosse.

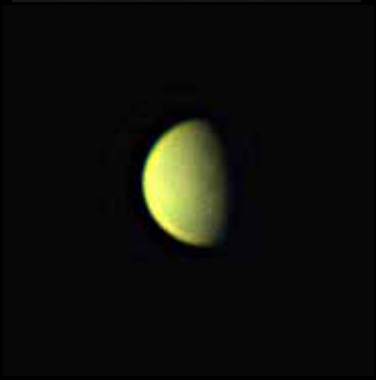
La galaxie NGC 5371 et la supernova SN2020bio capturées par Pierre Ponsard le 7 février 2020 en présence d'une Lune presque pleine.
Image obtenue à l'observatoire de La Fosse au moyen du télescope de 305mm (F/D 3,62) muni d'un APN Canon 60Da. Pose totale de 92 minutes à 800 ISO.

La nébuleuse d'Orion, M42, photographiée par Gaston Dessy avec un télescope RC8 muni d'un réducteur de focale × 0,67 (focale résultante de 1 070 mm).
Caméra ZWO ASI 294MC PRO. 10 poses de 3 minutes, 10 de 2 minutes et 10 de 1 minute. Acquisition et traitement Prism10 et PS.

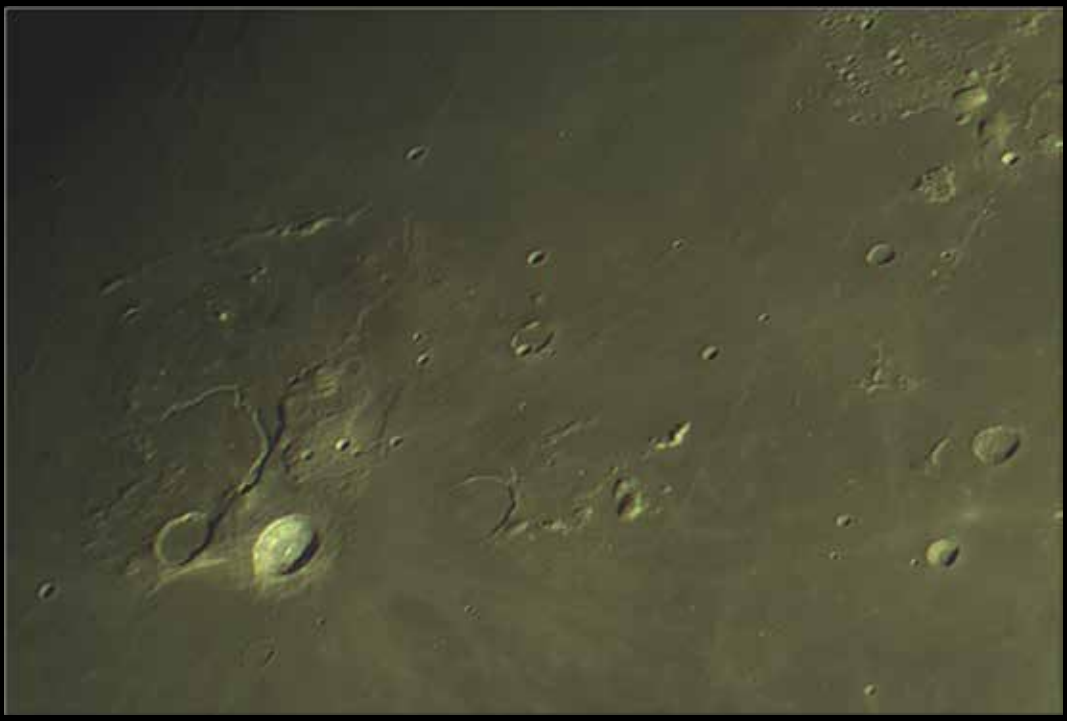
NGC 1977, la nébuleuse de « l'Homme qui court » photographiée par Pierre Ponsard. NGC 1977 est la plus grande des nébuleuses à émission visibles sur ce cliché. Elle est surmontée par NGC 1973 et 1975. Total de 4 heures de pose avec APN Canon 60Da au foyer du T305 de La Fosse.

NGC 2244 la nébuleuse de la Rosette avec son amas ouvert (NGC 2244). 3 h 40 de poses de 10 minutes dans la constellation de la Licorne. Cette nébuleuse de la Rosette comprend aussi NGC 2239, NGC 2246, NGC 2238, NGC 2237.
Monture NEQ6-Pro Goto, Canon 60D défiltré avec filtre Astro Duo-Narrowband, correcteur de coma, ISO 800, suivi avec MGEN-Lacerta, traitement DSS et cadrage PS.
(Michel Gerson)



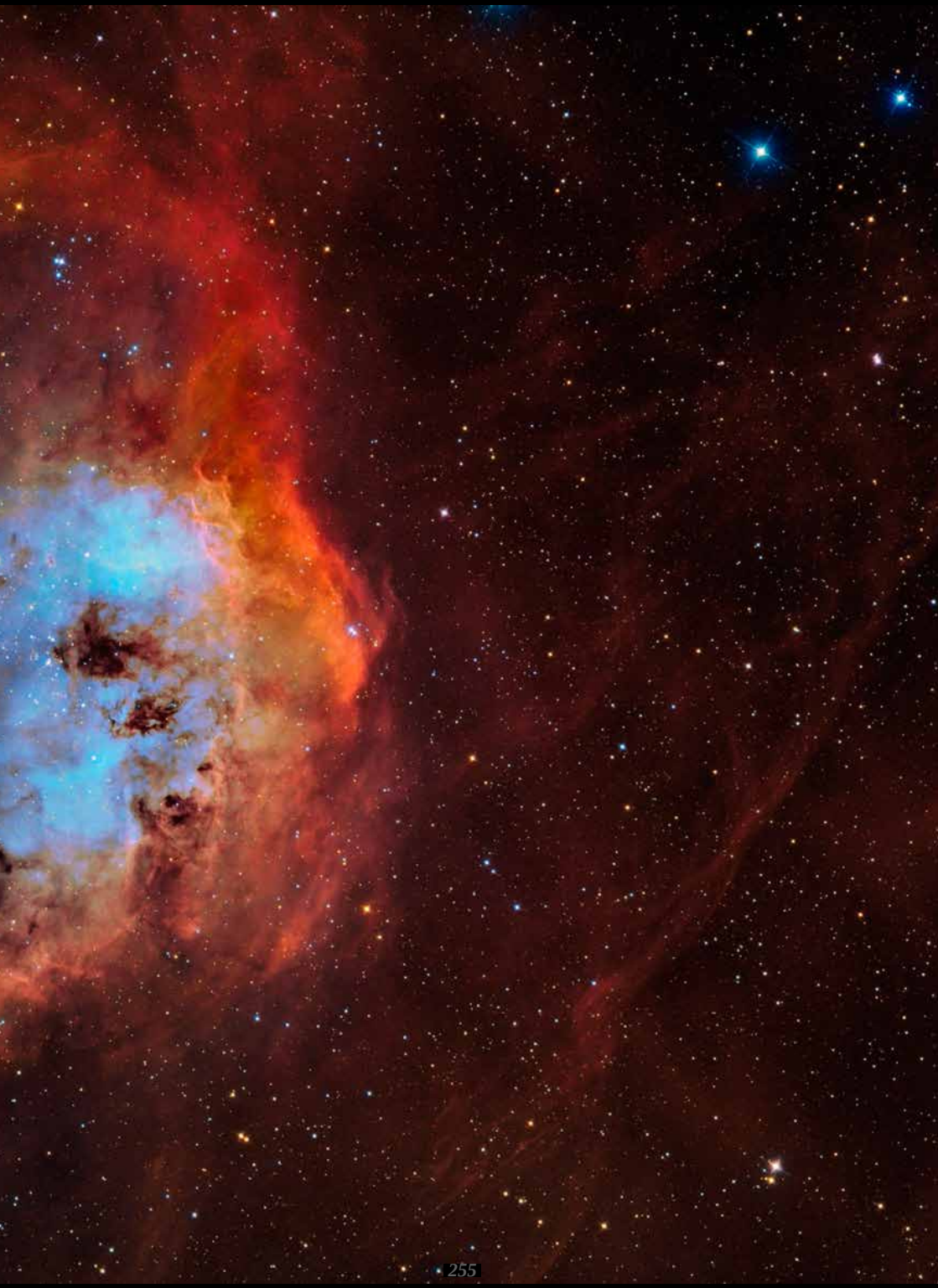


À gauche, deux clichés de Vénus basés sur deux séquences vidéo de neuf mille clichés pris les 6 et 7 février. Ci-dessus deux clichés de Mercure aux mêmes dates et basés sur des séquences de 1270 et 850 images. Les planètes sous-tendaient des angles de 16 et 6,5 secondes.
Ci-dessous la région lunaire de Sinus Iridum et Montes Jura. Composite de 521 images.
Lunette Skywatcher Equinox 120ED (monture Orion Sirius EQ-G). Caméra ZWO ASI120MC-S.
(Philippe Demy, observatoire de Soiron, Pepinster)



La Lune photographiée le 6 février par Philippe Demy depuis son observatoire de Soiron (Pepinster). Région de la vallée de Schröter. Lunette Skywatcher Equinox 120ED et monture Orion Sirius EQ-G. Caméra ZWO ASI120MC-S. Barlow Televue × 3. Composite de 1307 images.

La nébuleuse IC 410 photographiée par Patrick Tajer. Assemblage de 19 poses de 1200 s en H-alpha 5 nm , 11 de 1200 s en OIII, et 20 de 180 s en rouge et en bleu. Ces deux dernières séries permettaient de créer une couche verte synthétique. Télescope AG12 de 300 mm, caméra Moravian G3 11K.



Astromarket by Astroshop est un domaine de nimax GmbH. Sous réserve de modifications de prix ou erreurs.

ASTOPTICS ASTROMARKET
by Astroshop

Contact

E-Mail
service@astromarket.org

Bureau à Nieuwpoort
Jimmy Oostvogels • Astromarket by Astroshop • Pieter Braeckelaan 64
8620 Nieuwpoort • Belgique

Téléphone
+32 (0) 58 680205

Bureau à Hasselt
Hugo Ruland • Astromarket by Astroshop • Kuringersteenweg 44
3500 Hasselt • Belgique

Téléphone
+32 (0) 11 253052

Rendez-vous recommandé

ADC: pour que vos photos planétaires soient nettes à l'horizon

omegon®

Correcteur de dispersion atmosphérique

- *Corrige la dispersion atmosphérique : moins de franges colorées, photos planétaires plus nettes et plus de détails.*
- *Ultra plat : convient également pour l'observation visuelle et pour les jumelles*
- *Adaptateur 31,75 mm avec bague T et anneau de compression : pour appareils photo et oculaires*

> Plus d'infos et conseils sur : Astromarket.org

53049 €149,00
Correcteur de dispersion atmosphérique Omegon

Pour rechercher un article, tapez son numéro dans le champ « Chercher » en haut de page.