

L'astronomie dans le monde



ISON photographiée le 9 octobre par le télescope spatial Hubble. La coma, bien ronde, ne montre pas de signe de fragmentation du noyau. La couleur bleu-vert de la coma est due aux gaz. Le rouge de la queue est dû aux poussières.

ISON

Quand ces lignes paraîtront, le suspense entourant la comète ISON sera levé, totalement ou en grande partie. On saura si le noyau a résisté jusqu'au périhélie (le 28 novembre), si un beau spectacle attend les lève-tôt et si la météo belge est favorable.

Pour le moment les pronostics restent réservés. La comète ne suit pas les prévisions les plus optimistes, mais elle ne faiblit pas dramatiquement. Tous les espoirs sont encore permis pour cet astre bien particulier.

L'image ci-dessus a été prise par le HST, le 9 octobre. Dans les pages 497 et 498 on trouvera des images plus récentes prises par

nos astrophotographes. Comme celles du HST, elles ne présentent pas de signes de fragmentation de la comète.

En fonction de l'évolution de la comète, des activités pourraient être programmées au Sart-Tilman, conférence(s), observations, ateliers avec des étudiants, le GAS et la SAL. Voir un éventuel encart dans ce bulletin.

(3200) Phaéton

Phaéton, fils d'Hélios (le Soleil), ne put maîtriser le char de son père et faillit enflammer l'Univers. C'est fort à propos que l'on a donné son nom au plus imprudent des astéroïdes, (3200) Phaéton, avec un périhélie de 21 millions de kilomètres. Phaéton fait ainsi mieux que (1566) Icare qui, avec un périhélie de 28 millions de kilomètres, se brûle lui aussi les ailes – comme le héros légendaire éponyme.

Dès sa découverte, Phaéton apparut comme un astéroïde très particulier. Son orbite ressemble à celle d'une comète et les éléments orbitaux coïncident avec ceux des météorites Géminides (cf, les observateurs, p. 461). Ses caractéristiques spectrales le rangent dans la classe B, un type assez rare d'astéroïdes supposés riches en éléments volatils, et dont le représentant le plus important est (2) Pallas.

En s'approchant du Soleil, la température de Phaéton doit atteindre des valeurs de l'ordre de 700°C, capables de pulvériser la surface, et l'on imagine sans peine que les particules qui s'échappent produisent de quoi alimenter l'essaim des Géminides.

Jusqu'à présent, les images de Phaéton n'avaient jamais montré ce phénomène qui doit se produire aux environs du périhélie, lorsque la proximité du Soleil gêne considérablement les observations. Les astronomes ont

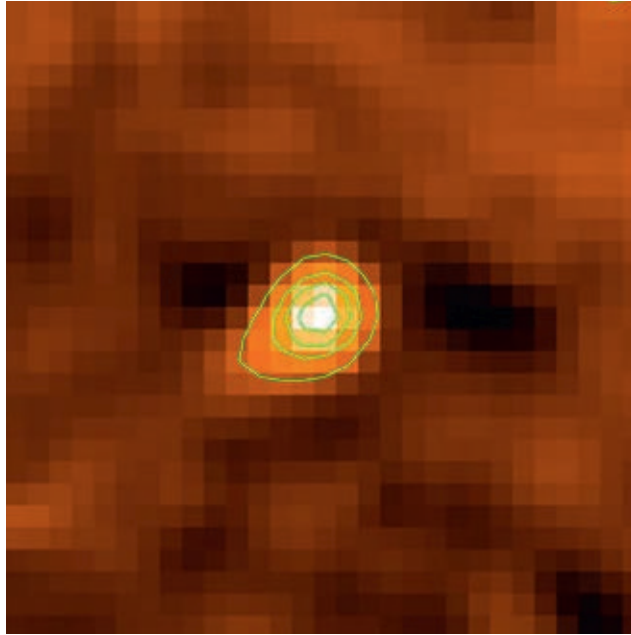
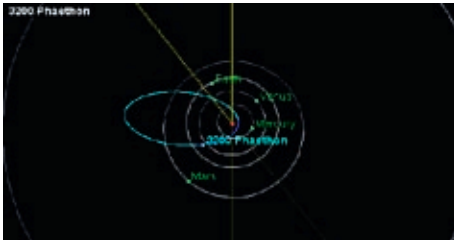


Image de l'astéroïde (3200) Phaéton obtenue par une des sondes STEREO et montrant l'asymétrie due à une atmosphère de type cométaire. (Jewitt, Li, Agarwal /NASA/STEREO).

vaincu cette difficulté en utilisant des observations faites avec les sondes solaires STEREO de la NASA. Il est ainsi apparu que Phaéton présente bien un embryon de queue lorsqu'il passe près du Soleil.

C'est la première fois que l'on observe le phénomène de désintégration thermique sur un objet du Système solaire, un phénomène qui joue peut-être un grand rôle autour d'autres étoiles auprès desquelles on observe de grandes quantités de poussières chaudes.

Alors, astéroïde ou comète? L'orbite, malgré sa forte excentricité, reste astéroïdale. Quant au mécanisme produisant une queue, il n'est pas celui de vaporisation des éléments volatils montré par les comètes de bon aloi.



Orbite de Phaéton (JPL/NASA)

Titan, lacs et hydrocarbures

Le satellite de Saturne possède de nombreux lacs, certains très grands rivalisant avec les grands lacs et mers intérieures terrestres. Là peut s'arrêter la comparaison car ce n'est pas l'eau qui remplit ces réservoirs mais bien des hydrocarbures, l'éthane et le méthane. Les lacs de Titan ont aussi la particularité d'être en grande majorité dans la zone polaire arctique. Seuls un grand lac et quelques petits se trouvent près du pôle sud. Cette configuration était peu favorable aux astronomes car Cassini est arrivé dans le système de Saturne au moment de l'hiver boréal. La plupart des lacs étaient donc invisibles, sauf au moyen des ondes radar qui ont pu fournir de nombreuses indications en se jouant de la nuit et en traversant les nuages et l'épaisse brume atmosphérique. Mais le temps et les saisons passent. Cassini est là-bas depuis neuf ans et l'année saturnienne dure 30 ans terrestres, l'hiver a donc fini par faire place à l'été et la nuit polaire au jour.

Jusqu'à présent la sonde n'avait encore obtenu des régions nord que des images éloi-

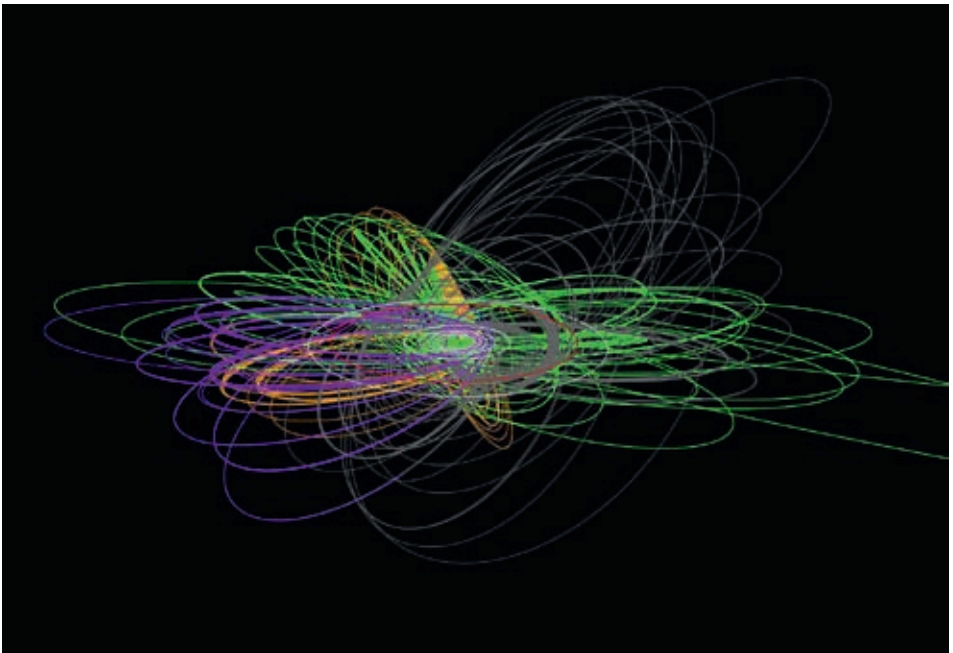
gnées, partielles, et sous des angles impossibles. Lors de récents passages près de Titan (les 10 et 26 juillet ainsi que le 12 septembre), Cassini a pu enfin bénéficier de conditions quasi optimales d'éclairage, de positionnement et de météo : une chape de brume qui recouvrait le pôle nord pendant l'hiver s'était dissipée.

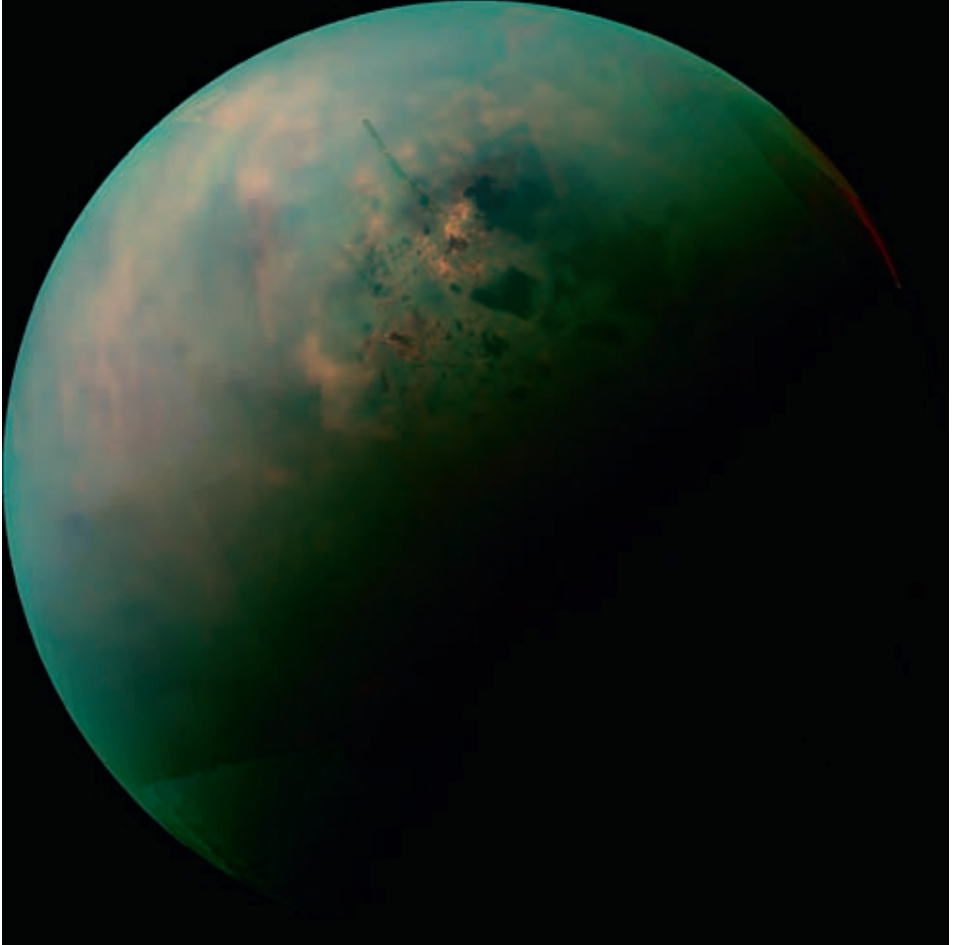
Les images infrarouges, prises à plusieurs longueurs d'onde, révèlent des différences de composition du sol autour des lacs.

Il semble que les lacs se soient partiellement évaporés, laissant en périphérie des dépôts de composés qui étaient dissous dans le méthane liquide et qui provenaient de

Trajectoires de Cassini autour de Saturne depuis 2004 et jusqu'en septembre 2017. Les trajectoires grises sont celles postérieures à octobre 2017. Elles sont plus inclinées et permettent des vues inédites.

L'orbite de Titan est en rouge et celles de quelques autres satellites en blanc. (NASA/JPL-Caltech)





Les variations de composition autour des lacs d'hydrocarbures de Titan sont révélées par les couleurs de cette image. En orange on voit les plaines recouvertes de composés organiques laissés là par l'évaporation de méthane – l'équivalent des lacs salés terrestres. Les roches sous-jacentes – de la glace d'eau – apparaissent en vert.

Mare Kraken, le plus grand des lacs de Titan, s'étend avec de nombreuses ramifications dans la partie supérieure droite de l'image. A gauche et en haut de Kraken se trouve Ligeia Mare, le second plus grand lac de Titan et, sous ce dernier, Punga Mare le troisième plus grand.

Ces données ont été acquises lors du passage de la sonde Cassini près de Titan le 12 septembre, passage qui bénéficiait de meilleures conditions d'observations et d'éclairage à l'approche de l'été boréal.

(NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/University of Idaho)

particules en suspension dans les brumes. Ces dépôts orange se détachent sur le fond verdâtre de glace d'eau formant le sol de Titan.

Les images dans le proche infrarouge révèlent une région brillante qui semble unique par rapport au reste du satellite et qui pourrait expliquer pourquoi la majorité des lacs se trouvent là. La forme des lacs et leurs flancs abrupts ont conduit à formuler plusieurs explications pour leur formation : effondrement karstique ou après une éruption volcanique. Connaître la nature exact du sol serait précieux pour décider entre les hypothèses.

D'autre part, la sonde Cassini a permis de détecter le propylène (C_3H_6) dans l'atmosphère de Titan. Le polypropylène, formé de longues chaînes de propylène, est un plastique très utilisé pour les automobiles, les emballages alimentaires, les textiles, etc.

Cette détection a été permise par le spectromètre infrarouge CIRS (Composite Infrared Spectrometer) qui a reconnu la signature du propylène au milieu de celles beaucoup plus intenses d'autres molécules.

Le spectromètre de masse de Cassini avait déjà permis de penser que le propylène pouvait être présent dans l'atmosphère de Titan, mais sans grande certitude.

C'est la première fois que l'on détecte cette molécule ailleurs que sur Terre dans le Système solaire. Il n'est présent sur Titan qu'en de faibles quantités, auprès des autres hydrocarbures contenant 1, 2 ou 3 atomes de carbone qu'avait déjà détectés Voyager 1 en 1980. Parmi ces molécules on trouve la plus abondante, le méthane avec un atome de carbone, l'éthane avec deux et le propane avec trois. La dissociation du méthane (CH_4) sous l'effet du rayonnement solaire fournit les blocs élémentaires qui peuvent se combiner pour donner des molécules avec 2, 3 ou plus, atomes de carbone.

Rappelons que le gaz le plus abondant dans l'atmosphère du satellite géant de Saturne est, comme pour celle de la Terre, l'azote.

Titan et le Soleil

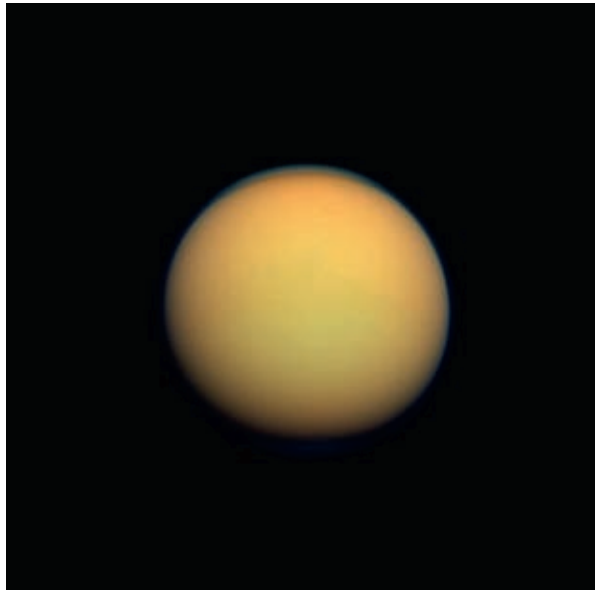
L'atmosphère de Titan, en particulier la densité de son ionosphère, varie en harmonie avec le cycle solaire.

On connaît bien cet effet sur Terre et l'on sait que le freinage des satellites artificiels est beaucoup plus fort en période de forte activité solaire car l'atmosphère enfle considérablement.

L'ionosphère de Titan est dominée par des composés complexes qui n'ont rien à voir avec ceux de l'ionosphère terrestre. Ce sont des composés organiques complexes comme $HCNH^+$ et $C_2H_5^+$.

L'augmentation de la densité de l'ionosphère de Titan a été observée par Cassini après 2010, lorsque l'activité solaire a repris après un long minimum. Et ce, malgré le fait que Saturne s'était éloignée du Soleil de plus de 100 millions de kilomètres.

***Titan en couleurs naturelles
photographié par Cassini le 15
octobre 2013.
(NASA/JPL-Caltech/Space Science
Institute)***



Jets

Basé sur un communiqué ESO

Le réseau d'antennes sub-millimétrique de l'Atacama (ALMA) a permis d'observer les jets en provenance de trous noirs supermassifs et d'en étudier l'impact sur leurs environnements respectifs. Parmi les résultats on retiendra la meilleure image à ce jour du gaz moléculaire qui entoure un trou noir relativement calme et peu distant, et un cliché inattendu de la base d'un jet.

Cette vue détaillée montre les régions centrales de la galaxie active proche NGC 1433. L'image du fond, de couleur bleue sombre, a été obtenue par le Télescope Spatial Hubble du consortium NASA/ESA – elle montre l'existence de bandes de poussière au centre de la galaxie. Les structures colorées situées à proximité du centre apparaissent sur les observations d'ALMA qui ont révélé, pour la toute première fois, l'existence d'une forme spirale et d'un écoulement inattendu. (ALMA ESO/NAOJ/NRAO/NASA/ESA/F. Combes)



La plupart des galaxies de l'Univers, y compris la nôtre, abritent en leur centre un trou noir supermassif dont la masse peut atteindre plusieurs milliards de masses solaires. Dans un lointain passé, ces étranges objets étaient très actifs : ils avalaient d'énormes quantités de matière environnante, brillaient intensément, et émettaient des jets extrêmement puissants. La grande majorité des trous noirs supermassifs sont maintenant bien moins actifs mais l'interaction entre les jets et leur environnement continue de façonner l'évolution des galaxies.

Les nouvelles études réalisées avec ALMA ont sondé les jets issus de trous noirs situés à des distances différentes : l'un de ces

Cette image acquise par le Télescope Spatial Hubble du consortium NASA/ESA montre la galaxie active lointaine PKG 1830-211. Dans le domaine optique, elle apparaît sous les traits d'une étoile banale, difficile à discerner des nombreuses étoiles du champ. On y a superposé une image prise par ALMA qui montre en rouge la galaxie divisée en deux composantes par un effet de lentille gravitationnelle.
(ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/NASA/ESA/ I. Martí-Vidal)



trous noirs est relativement calme et occupe la proche galaxie NGC 1433; l'autre trou noir, très distant et actif, est répertorié sous l'appellation PKS 1830-211.

ALMA a révélé l'existence très surprenante d'une structure spirale au sein du nuage moléculaire situé à proximité du centre de NGC 1433. Le long de cette structure s'écoule la matière qui alimente le trou noir. Les observations fines effectuées par ALMA ont permis de découvrir un jet de matière s'échappant du trou noir sur moins de 150 années-lumière. Il s'agit là du plus petit écoulement moléculaire jamais observé dans une galaxie extérieure à la nôtre. Il montre comment de tels jets peuvent mettre un terme à la formation d'étoiles et réguler la croissance des bulbes centraux des galaxies. Ce processus de feedback peut expliquer l'étrange relation qui unit la masse d'un trou noir central et celle du bulbe galactique. Le trou noir accrète du gaz et devient plus actif, puis produit des jets qui expulsent le gaz des régions environnantes et met un terme à la formation d'étoiles dans le bulbe.

Au sein de PKS 1830-211, les astronomes ont également observé un trou noir supermassif doté d'un jet, mais caractérisé par une brillance bien plus élevée et une activité bien supérieure. PKS 1830-211 montre un redshift de 2.5, ce qui signifie que sa lumière a voyagé durant 11 milliards d'années avant de nous parvenir et a donc été émise lorsque l'Univers était cinq fois plus jeune qu'actuellement. En comparaison, la lumière issue de NGC 1433 a mis 30 millions d'années pour atteindre la Terre, ce qui est très peu à l'échelle de temps galactique.

Sa luminosité intense se trouve encore amplifiée par la présence d'une galaxie sur la ligne de visée, et son image est scindée en deux parties par un effet de lentille gravitationnelle, ce qui le rend d'autant plus exceptionnel.


Parfois, les trous noirs supermassifs absorbent soudainement une énorme quantité de matière – étoile ou nuage moléculaire –, ce qui accroît considérablement la puissance du jet et décale son rayonnement vers le domaine des très hautes énergies. Par chance, ALMA a capturé l'un de ces événements dans PKS 1830-211. Cette observation par ALMA d'un trou noir en pleine phase d'indigestion a été purement fortuite. PKS 1830-211 était observé pour d'autres raisons lorsque sont apparues de subtiles variations de couleur et d'intensité dans les images générées par la lentille gravitationnelle. Ce comportement inattendu était probablement dû à de la matière fraîche pénétrant à l'intérieur du trou noir à la base du jet.

Cet événement d'une violence extrême avait été également enregistré dans le domaine des rayons gamma par le satellite Fermi-LAT. C'est la première fois que l'on peut établir une relation aussi claire entre les rayons gamma et les ondes radio submillimétriques en provenance de la base du jet d'un trou noir.

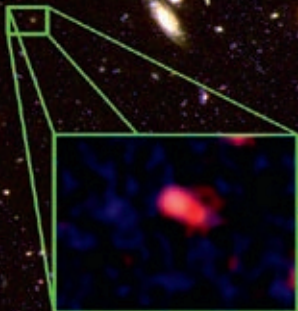
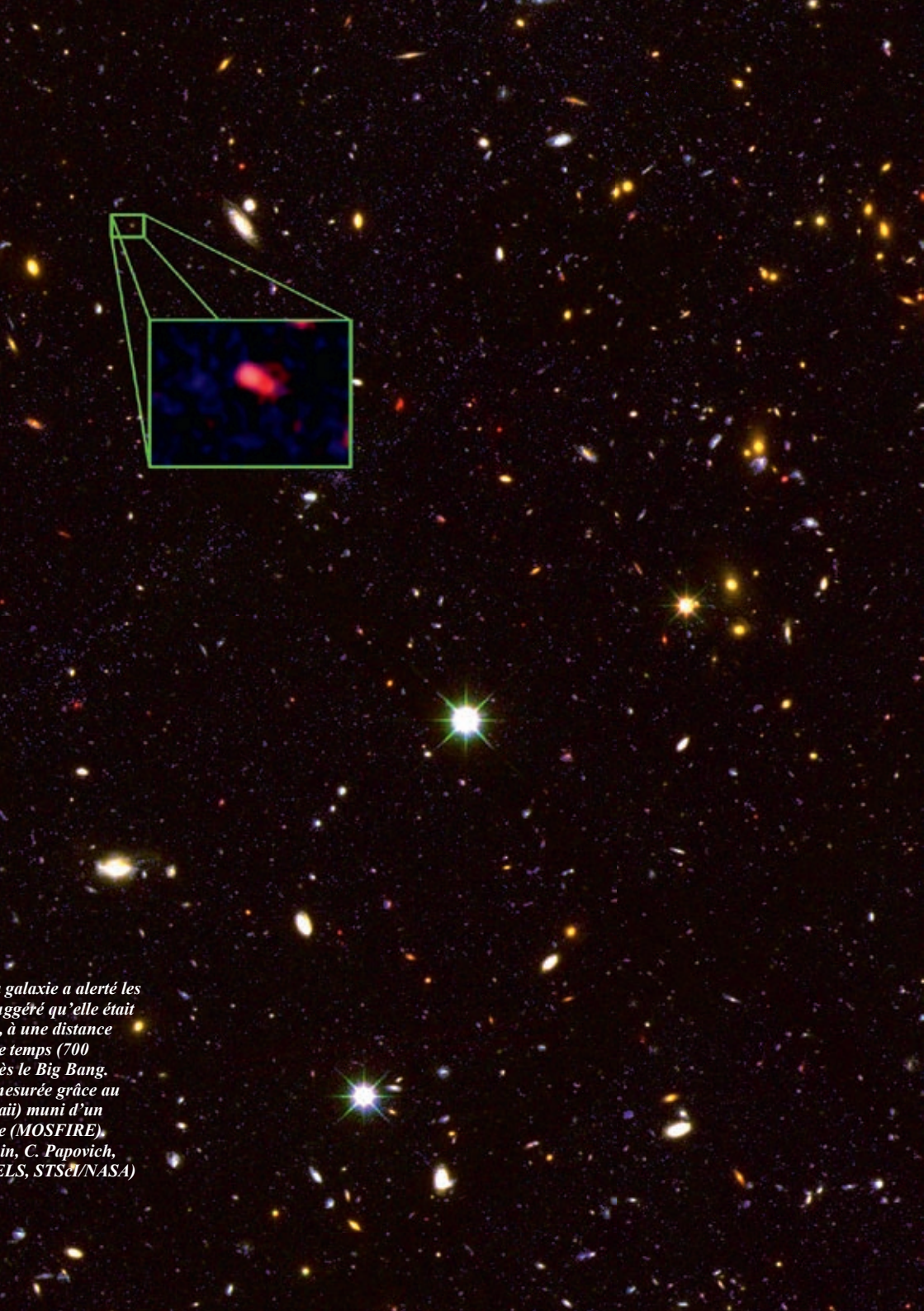
z8_GND_5296

Un redshift de 7,51 fait de z8_GND_5296 la galaxie la plus lointaine dont la distance est connue avec certitude. (voir image ci-contre)

Suite de l'Astronomie dans le monde en page 480



La couleur rouge de la galaxie z8_GND_5296, découverte par les astronomes et leur a été attribuée à une distance extrêmement lointaine, correspondant à peu de millions d'années après le Big Bang. La distance a pu être mesurée grâce au télescope Keck I (Hawaii) et au nouveau spectrographe LRIS (V. Tilvi, S.L. Finkelstein, A. Koekemoer, CANDELS).



*galaxie a alerté les
suggéré qu'elle était
à une distance
de temps (700
ans le Big Bang.
mesurée grâce au
COSMOS (MOSFIRE),
par C. Papovich,
(ELLS, STScI/NASA)*

Le ciel de janvier

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

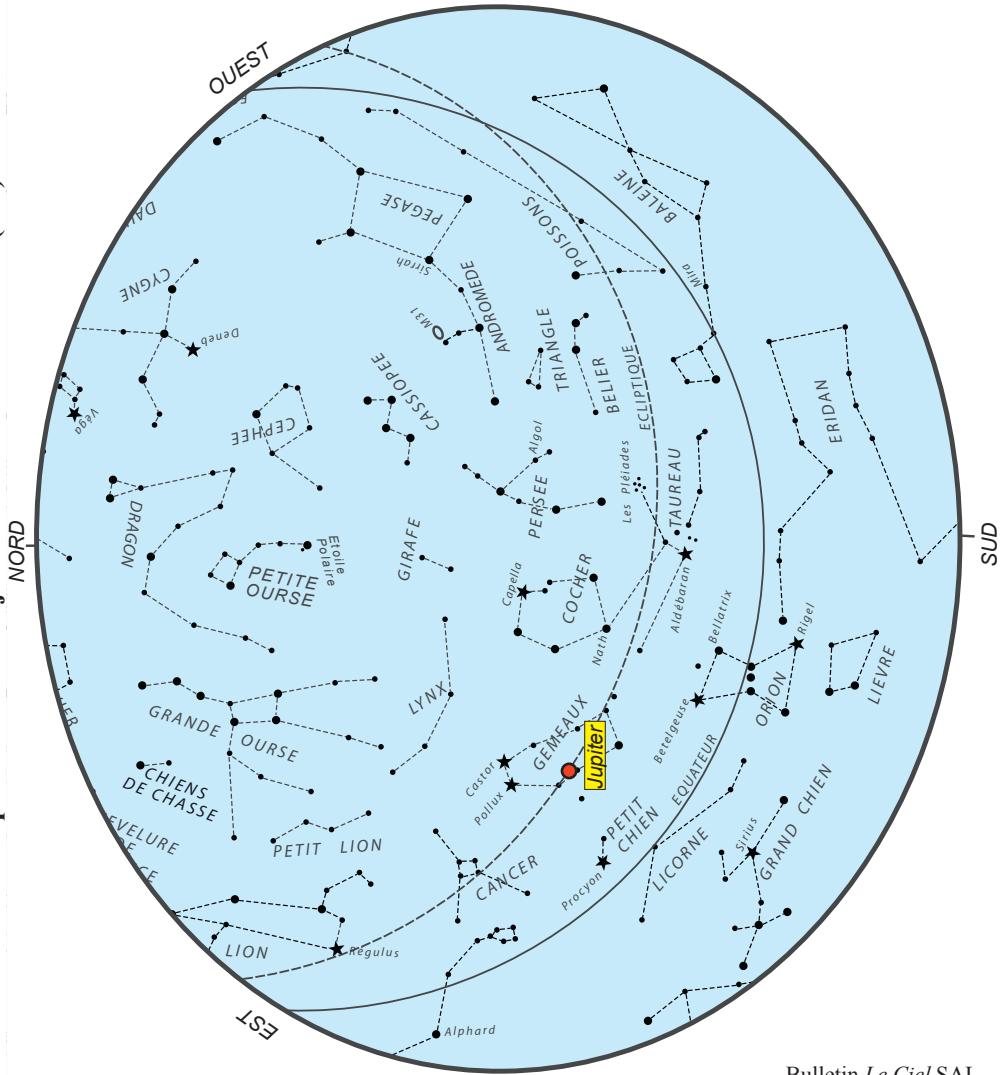
Pour obtenir l'**heure légale** en **2013** il faut ajouter :

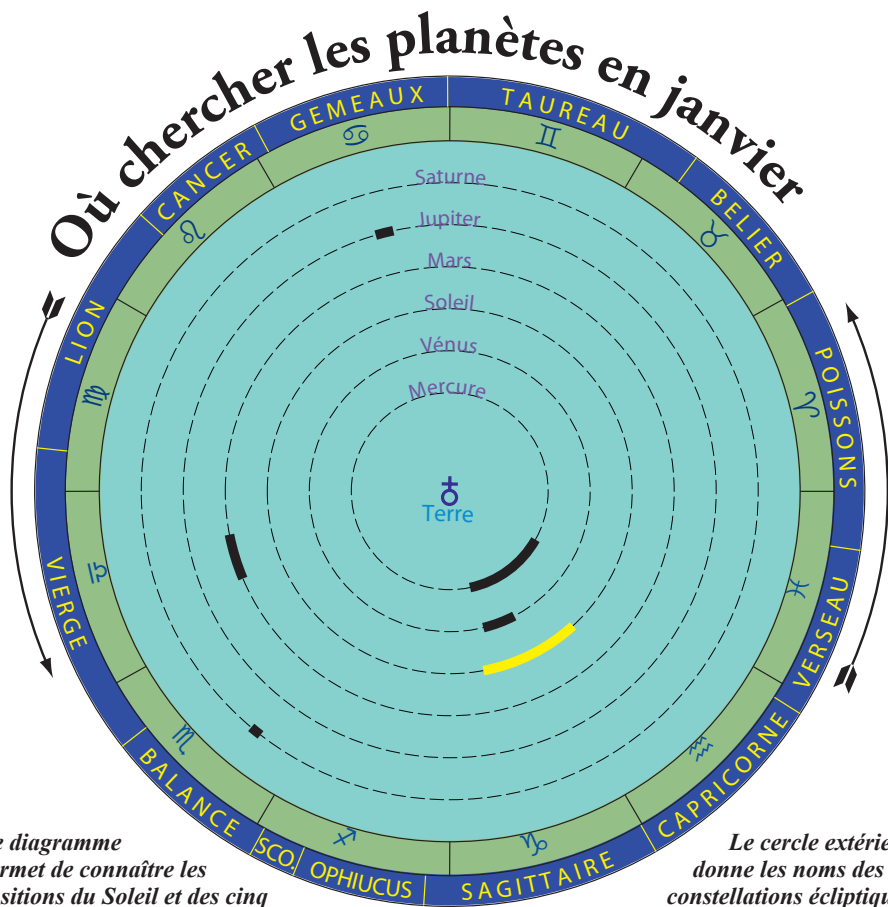
1 heure pendant la période de l'heure d'hiver, soit du début de l'année jusqu'au dimanche 31 mars à 01h TU et du dimanche 27 octobre à 01h TU jusqu'à la fin de l'année.

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 janvier à 21h ou le 25 à 20h (TU)





Ce diagramme permet de connaître les positions du Soleil et des cinq planètes visibles à l'œil nu telles que les verra 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 : il quittera le Sagittaire pour le Capricorne le 20. Nous regagnerons une heure et huit minutes de clarté durant le mois.

Mercure : sera observable au sud-ouest au crépuscule dans la seconde partie du mois. Voyez l'annuaire page 39.

Vénus : encore visible en soirée les premiers jours du mois. Elle redevient étoile du matin dans la deuxième quinzaine. Le 21 elle se lève 90 minutes avant le Soleil.

Mars : bien observable en deuxième partie de nuit dans la Vierge. Son éclat continue d'augmenter lentement passant de la magnitude 1,0 à 0,5 durant le mois. On la trouvera en fin de mois au nord de Spica. Voir la carte dans l'annuaire p. 40.

Jupiter : en opposition le 5, est observable toute la nuit dans les Gémeaux.

Saturne : visible le matin dans la Balance. Elle se lève 4 h 14 m avant le Soleil le 1^{er} janvier et 5 h 36 m le 31 gagnant ainsi 1 h 22 m de visibilité.

La nébuleuse de la Crevette

Basé sur un communiqué ESO

Située à environ 6 000 années-lumière de la Terre dans la constellation du Scorpion, la nébuleuse IC 4628 est un vaste complexe de nuages de gaz et de poussières sombres. Ce sont des régions de formation d'étoiles chaudes et brillantes. Dans le domaine visible, ces étoiles sont bleues ou blanches, mais elles émettent d'intenses rayonnements dans d'autres domaines de longueur d'onde, dans l'ultraviolet notamment.

Le rayonnement ultraviolet en provenance des étoiles explique la luminosité des nuages de gaz. Cette radiation extirpe les électrons des atomes d'hydrogène ; lorsque ceux-ci se recombinent, de l'énergie est libérée sous forme de lumière. La couleur de la lumière émise est caractéristique de chaque élément chimique ; dans le cas de l'hydrogène, elle est à dominante rouge. IC 4628 constitue un exemple de ce qu'on appelle une région HII.

La Nébuleuse de la Crevette s'étend sur quelque 250 années-lumière. Depuis la Terre, sa surface visible équivaut à quatre fois celle de la pleine Lune. En dépit de son gigantisme, les observateurs l'ont bien souvent négligée. En cause, sa faible luminosité et l'émission d'une grande partie de son rayonnement dans des domaines de longueurs d'onde situés en dehors du domaine visible. La nébuleuse est également connue sous l'appellation Gum 56, en référence à l'astronome australien Colin Gum, auteur d'un catalogue recensant les régions HII en 1955.

Au cours des derniers millions d'années, de nombreuses étoiles, isolées ou groupées en amas, se sont formées dans cette région. Le vaste amas Collinder 316 couvre la majeure partie de l'image ci-jointe. Il appartient à un amas de dimensions plus vastes encore. De nombreuses structures sombres ou cavités sont également visibles : dans ces régions de l'espace, la matière interstellaire a été soufflée par les vents violents issus des étoiles chaudes environnantes.

Cette image a été acquise par le Télescope de grands relevés du VLT (VST)



La nébuleuse de la Crevette vue par le télescope VST de l'Observatoire de Paranal de l'ESO au Chili. (ESO / Martin Pugh)

installé à l'Observatoire de Paranal de l'ESO au Chili. Le VST est le plus grand télescope au monde dédié aux relevés du ciel dans le domaine visible. Ce télescope de 2,60 mètres de diamètre à la pointe de la technologie a été construit autour d'une caméra dotée de 32 détecteurs CCD permettant de constituer des images de 268 mégapixels. Cette nouvelle image de 24 000 pixels de large résulte de la combinaison de deux images de ce type et est



l'une des plus grandes publiées par l'ESO à ce jour.

L'image s'inscrit dans le cadre d'une campagne détaillée de relevés publics d'une vaste partie de la Voie lactée notée VPHAS+, qui utilise le potentiel du VST pour détecter de nouveaux objets telles de jeunes étoiles et des nébuleuses planétaires.

Afin de faire ressortir la couleur des magnifiques images acquises par le VST, des photographies de grande qualité prises depuis l'Australie au travers de divers filtres colorés leur ont été combinées. Elles sont l'œuvre de Martin Pugh, un astronome amateur très expérimenté équipé de deux télescopes de 32 et 13 centimètres de diamètre.

Planète isolée

*Basé sur un communiqué
de l'université d'Hawaïi*

Les astronomes ont découvert une planète sans étoile. Cette planète flottant librement dans l'espace est située à 80 années-lumière et a une masse de seulement six fois celle de Jupiter. Elle est très jeune, seulement 12 millions d'années.

PSO J318.5-22 a été identifiée par sa signature thermique dans le survey à grand champ Pan-STARRS 1 (PS1) à Haleakala (Maui, Hawaïi). Ce survey qui a déjà fourni des millions de Gigabytes de données est destiné à découvrir des naines brunes, astres très faibles et très rouges. PSO J318.5-22 s'est distinguée par une teinte plus rouge que la plus rouge des naines brunes. Des observations complémentaires avec d'autres télescopes d'Hawaïi montrent que l'objet a des propriétés analogues à celles des géantes gazeuses tournant autour de nombreuses étoiles.

Parmi le millier de planètes découvertes jusqu'à présent, seules quelques-unes ont pu être imagées directement. Elles appartiennent toutes à des étoiles jeunes, de moins de 200 millions d'années et ont des masses et des couleurs analogues à celle de PSO J318.5-22. Étudier une planète proche d'une étoile bien plus brillante qu'elle, est extraordinairement difficile. On évite ce problème avec PSO J318.5-22. On pourra ainsi avoir une idée des propriétés des planètes géantes dans leur jeunesse.

En mesurant soigneusement pendant deux ans la position de PSO J318.5-22 sur le ciel, les astronomes ont pu calculer sa parallaxe, et donc sa distance. Ils ont pu établir sa trajectoire et voir qu'elle appartient au groupe dit de Bêta (β) Pictoris, un ensemble d'étoiles nées il y a 12 millions d'années et dont l'astre éponyme possède une planète géante. PSO J318.5-22 est moins massive que la planète de β Pic et s'est probablement formée de manière différente.

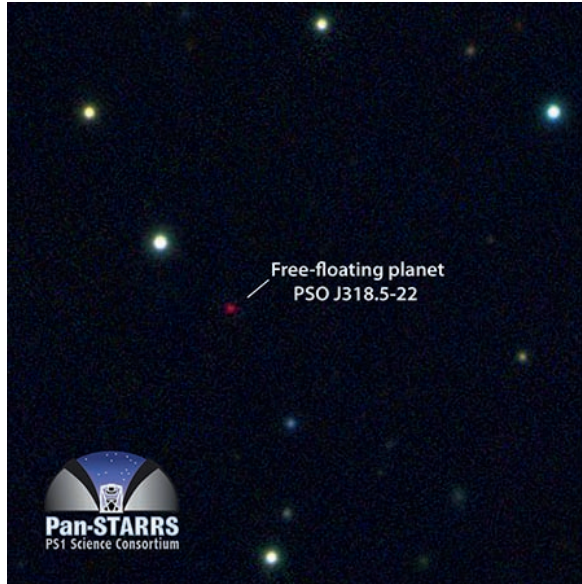
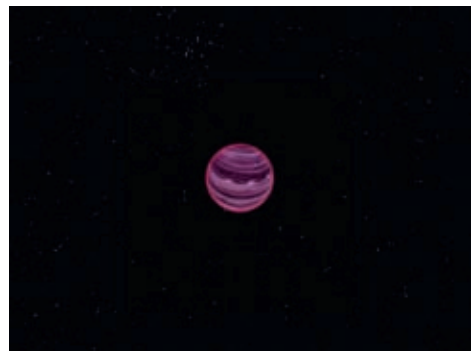


Image couleur de la planète PSO J318.5-22 dans le Capricorne, prise avec le télescope Pan-STARRS1-22. Le champ est de 125 secondes d'arc. Vue depuis la Terre, cette planète est cent milliards de fois plus faible que Vénus. Elle rayonne le gros de son énergie dans l'infrarouge. (N. Metcalfe & Pan-STARRS 1 Science Consortium)



*Vue d'artiste de la planète PSO J318.5-22.
(MPIA/V. Ch. Quetz)*

Nébuleuse Toby Jug

Basé sur un communiqué ESO

Le Très Grand Télescope (VLT) de l'ESO a réalisé une image remarquablement détaillée de la Nébuleuse Toby Jug, un nuage de gaz et de poussière qui entoure une étoile de type géante rouge. Cette vue dévoile la structu-

La Nébuleuse Toby Jug (IC 2220) dans la Carène, photographiée avec le VLT de l'ESO.

Cette image est issue du programme Joyaux Cosmiques de l'ESO (ESO/VLT)



re arquée de la nébuleuse qui, comme son nom anglais l'indique, ressemble véritablement à un pot doté d'une poignée (jug signifie cruche en anglais, et le Toby Jug est un vieux broc anglais). Elle est parfois aussi appelée nébuleuse du papillon (Butterfly nebula).

Située à environ 1 200 années-lumière de la Terre dans la constellation australe de la Carène (la Quille du Navire), la Nébuleuse Toby Jug, officiellement connue sous le nom IC 2220, constitue un exemple de nébuleuse par réflexion. Ce nuage de gaz et de poussière est illuminé de l'intérieur par une étoile appe-

lée HD 65750. Cette étoile, classée parmi les géantes rouges, est dotée d'une masse cinq fois plus élevée que celle du Soleil mais se situe à un stade bien plus avancé de son existence en

Cette image à grand champ montre la zone du ciel qu'occupe la Nébuleuse Toby Jug. Cette vue a été créée à partir des photographies issues du Digitized Sky Survey 2. (ESO/Digitized Sky Survey 2; Davide De Martin)



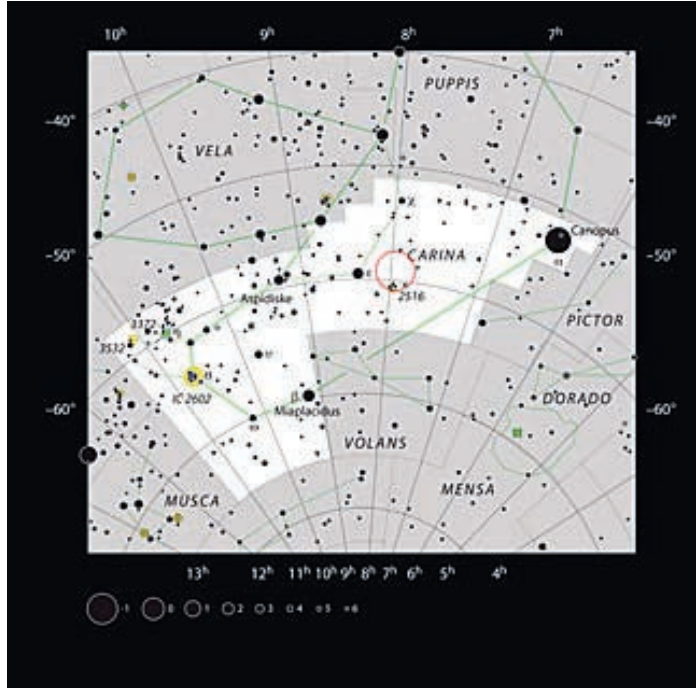
dépit de sa jeunesse relative – elle n’est âgée que de 50 millions d’années environ.

La nébuleuse s’est formée à partir de l’étoile centrale : le nuage de gaz et de poussière qui la constitue résulte du refroidissement de la matière expulsée par l’étoile dans l’espace environnant. La poussière est composée d’atomes de carbone et de molécules résistantes à la chaleur telles que le dioxyde de titane et l’oxyde de calcium (chaux). L’étude approfondie de cet objet en lumière infrarouge indique que le dioxyde de silicium (silice) est sans doute responsable de la réflexion de la lumière en provenance de l’étoile.

C’est la lumière de l’étoile qui se réfléchit sur les grains de poussière et rend IC 2220 visible. Cette structure céleste en forme de papillon est quasiment symétrique, et s’étend sur une année-lumière environ. Cette étape dans la vie d’une étoile est de courte durée ; de tels objets sont donc rares.

Les géantes rouges se forment à partir d’étoiles vieillissantes qui approchent les phases finales de leur évolution. Elles ont épuisé la quasi-totalité de leurs réserves en hydrogène qui alimente les réactions nucléaires durant la majeure partie de leur vie. S’ensuit la vaste expansion de l’enveloppe externe de l’étoile. Des étoiles telle que HD 65750 brûlent la coquille d’hélium qui entoure le cœur constitué de carbone et d’oxygène, parfois accompagnée d’une enveloppe externe d’hydrogène.

Dans plusieurs milliards d’années, le Soleil se transformera à son tour en géante rouge. L’atmosphère de notre étoile s’étendra



Région de la Carène montrant la position de la Nébuleuse Toby Jug, officiellement connue sous le nom IC 2220. Y figurent la plupart des étoiles visibles à l’œil nu dans de bonnes conditions d’observation. L’emplacement de la Nébuleuse Toby Jug est matérialisé par un cercle de couleur rouge sur l’image. (ESO, IAU, Sky & Telescope)

alors bien au-delà de l’orbite actuelle de la Terre, engloutissant toutes les planètes situées sur sa route. D’ici là, la Terre offrira un bien triste visage : la forte augmentation du rayonnement et les puissants vents stellaires qui accompagneront le processus d’inflation solaire détruiront toute vie sur Terre et feront évaporer l’eau des océans. Notre planète commencera alors à fondre.

Le pulsar du Crabe

Le pulsar de la nébuleuse du Crabe résulte de l'explosion d'une étoile en l'an 1054. Ce phénomène a été bien observé, notamment en Chine, comme une étoile nouvelle visible en plein jour. Le résidu de l'explosion est une étoile à neutrons, très compacte, qui tourne rapidement sur elle-même à la vitesse d'environ 30 tours par seconde. Elle possède un champ magnétique puissant qui, comme celui de la Terre, n'est pas aligné sur l'axe de rotation. Le pulsar émet un étroit faisceau de rayonne-

ment dans la direction de l'axe magnétique et ce faisceau balaie l'espace comme un phare marin. Par le hasard de l'orientation de l'axe de rotation et de l'axe magnétique, la Terre se trouve sur le chemin du faisceau 30 fois par seconde. L'astre semble donc pulser à ce rythme. Il suffirait d'une petite variation de l'incli-

Image composite X et optique de la nébuleuse du Crabe avec, au centre, le pulsar PSR B0531+21 (NASA/CXC/HST/ASU/J. Hester et al.)





Le radiotélescope de 13 m de Jodrell Bank a d'abord servi à suivre des missiles, avant de s'occuper du pulsar du Crabe. (Université de Manchester)

qui est étonnamment élevé. Les astronomes ont pu montrer que cela correspond à un mouvement des pôles magnétiques vers l'équateur. La grande surprise est la rapidité de cette évolution puisque l'intérieur de l'étoile à neutrons est supraconducteur et que le champ magnétique devrait être figé.

Ce résultat permettra peut-être de

raison du champ magnétique pour que nous échappions au balayage incessant du pulsar.

Et il se fait justement que l'angle varie. En analysant des données couvrant 22 années, les astronomes ont réussi à déterminer le taux de variation de l'inclinaison du champ magnétique par rapport à l'axe de rotation du pulsar.

Le faisceau n'est pas un cône bien symétrique, il possède une structure qui fait que les pulses sont doubles. La nouvelle analyse montre que l'espacement entre les deux composantes augmente de 0,6 degré par siècle, ce

mieux comprendre comment les pulsars ralentissent leur rotation.

Les observations ont été faites à Jodrell Bank avec une antenne de 13 m qui avait été utilisée jusqu'en 1981 pour suivre le missile Blue Streak au Woomera Rocket Test Range en Australie. Ce radiotélescope de taille relativement modeste a observé le Crabe pratiquement tous les jours pendant 31 ans. Les observations les plus précises ont été faites à partir de 1991 et montrent le changement graduel de l'écart entre les pulsations.

Le bulbe de la Voie lactée

Basé sur un communiqué ESO

Le bulbe galactique, qui s'étend sur plusieurs milliers d'années-lumière, constitue l'une des régions les plus importantes et les plus massives de la Galaxie. La structure et l'origine de ce vaste nuage central composé d'environ 10 000 millions d'étoiles demeurent en partie méconnues.

Malheureusement, la présence de nuages denses de gaz et de poussières entre notre point d'observation terrestre, situé à l'intérieur du disque galactique, et cette région centrale distante de quelque 27 000 années-lumière, obscurcit notablement nos observations. Les astronomes sont donc contraints d'observer le bulbe à de plus grandes longueurs d'onde, situées dans la partie infrarouge du spectre et seules capables de transpercer les nuages de poussières.

Des observations antérieures du bulbe, effectuées dans le cadre du sondage infrarouge 2MASS, avaient déjà mis en évidence l'existence d'une mystérieuse structure du bulbe en

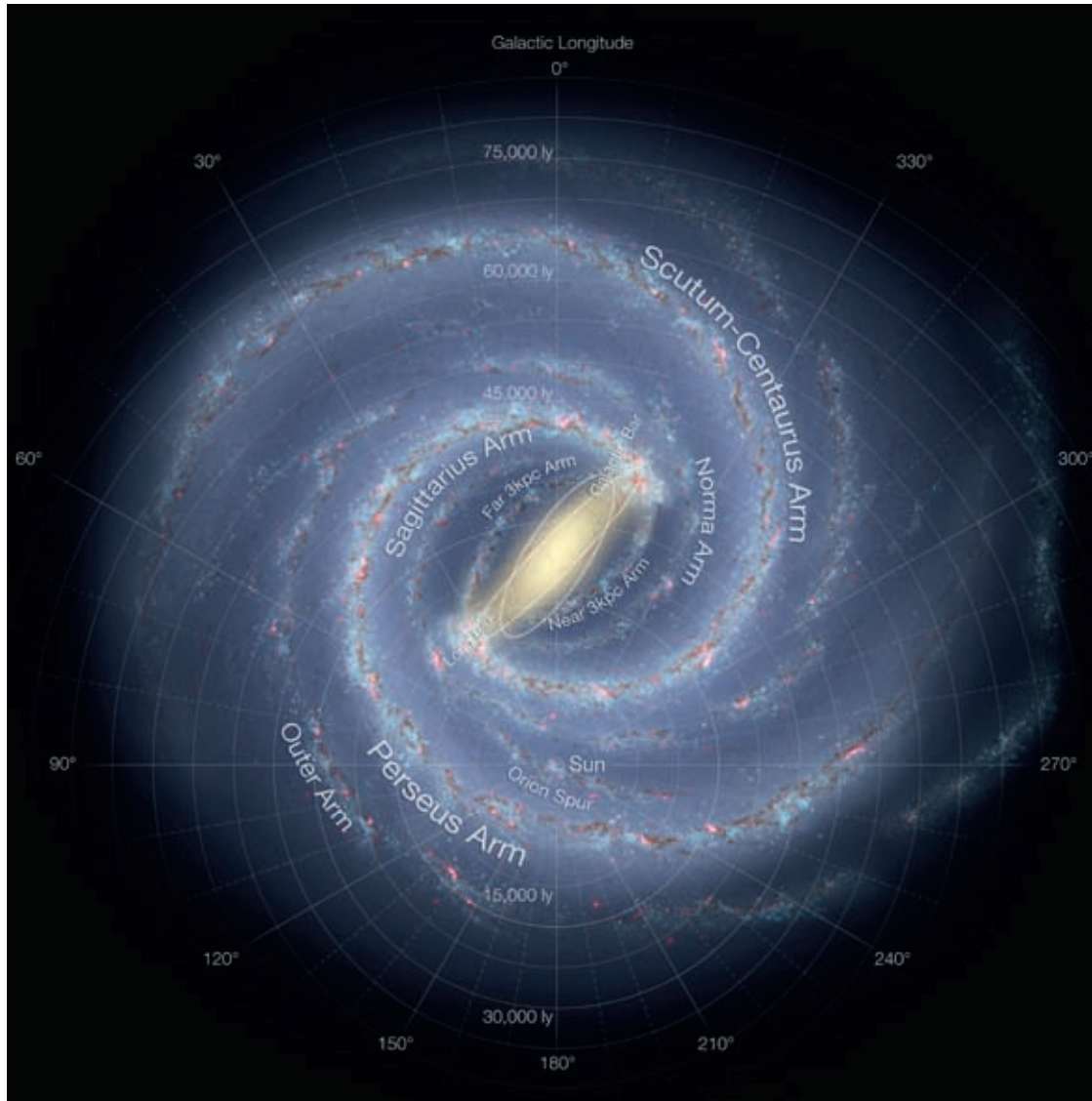
forme de X. Afin de mieux discerner celle-ci, deux groupes de scientifiques ont utilisé les observations effectuées récemment par plusieurs télescopes de l'ESO.

Le premier groupe a utilisé les données du sondage VVV effectué dans le proche infrarouge par le télescope VISTA à l'observatoire de Paranal de l'ESO au Chili. Ce sondage, dont les données ont été récemment mises à disposition du public, recense des étoiles jusqu'à des luminosités trente fois plus faibles que les sondages précédents. Les astronomes ont ainsi identifié un total de 22 millions d'étoiles classées parmi les géantes rouges et dont les propriétés bien connues permettent

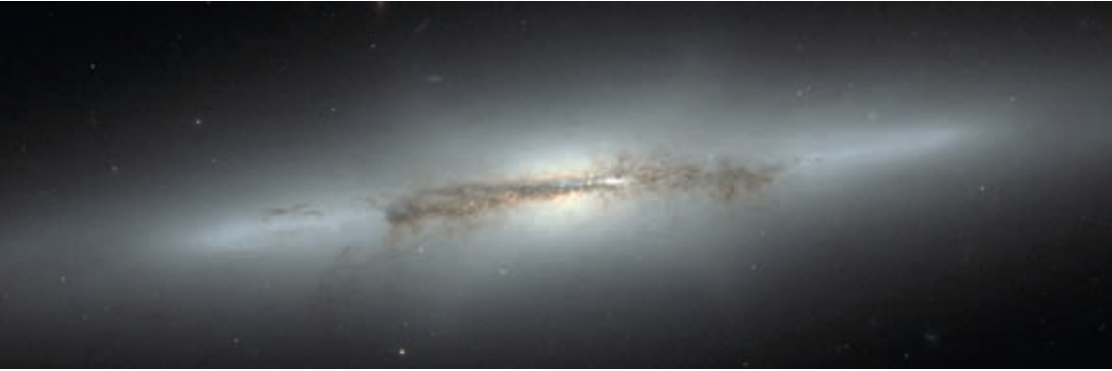
Cette vue d'artiste montre ce à quoi la Voie lactée, ressemblerait si nous l'observions de loin. Le bulbe central apparaît sous la forme d'une cacahuète constituée d'étoiles rougeoyantes et les bras spiraux ainsi que les nuages de poussière associés forment une bande étroite.

(ESO/NASA/JPL-Caltech/M. Kornmesser/R. Hurt)





*Cette vue d'artiste détaillée et annotée montre la structure de la Voie lactée, y compris la localisation des bras spiraux et d'autres constituants tel le bulbe. Cette image a fait l'objet d'une mise à jour afin d'intégrer les récents éléments de cartographie du bulbe central déduits du sondage effectué par le télescope VISTA de l'ESO qui équipe l'observatoire de Paranal de l'ESO.
(NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt)*



de déterminer leurs distances. Parce qu'elles peuvent être utilisées comme « chandelles » standards, les géantes rouges ont été choisies pour cette étude : lorsque les étoiles géantes atteignent ce stade évolutif, leur luminosité ne dépend quasiment plus de leur âge ni de leur composition. La quantité de gaz et de poussières qui obscurcit les étoiles peut être déduite des couleurs observées des amas de géantes rouges, et la distribution de leur luminosité réelle (en l'absence d'obscurcissement) peut être mesurée. La bonne couverture spatiale du sondage VVV a permis d'effectuer des mesures sur l'intégralité de la région centrale de la Voie lactée, puis de reconstruire la structure 3D du bulbe.

Il est apparu que la région centrale de notre galaxie a la forme d'une cacahuète ou d'une barre très allongée selon qu'on la regarde de profil ou de face. C'est la première fois que l'on constate cela dans la Voie lactée. Les simulations montrent que cette forme est caractéristique des galaxies barrées qui se sont développées à partir d'un disque simple d'étoiles.

Les astronomes de la seconde équipe ont adopté une tout autre approche pour déterminer la structure du bulbe. Ils ont mesuré, au moyen des images acquises à onze ans d'intervalle par le télescope MPG/ESO de 2,20 mètres, les infimes déplacements résultant des mouvements des étoiles du bulbe dans le plan du ciel. Ces données ont été combinées aux

*Cette image acquise par le télescope Spatial Hubble montre la galaxie NGC 4710, observée par la tranche. Le centre de la galaxie apparaît sous les traits d'une structure peu lumineuse, éthérée, en forme de X. Une telle structure, ou bulbe en forme de « boîte » ou de « cacahuète », résulte des mouvements verticaux d'étoiles dans la barre de la galaxie et n'apparaît que si la galaxie est observée par la tranche. Cette curieuse forme caractérise également la Voie lactée.
(NASA & ESA)*

mesures des vitesses des mêmes étoiles en direction de la Terre ou dans le sens opposé, afin de cartographier les mouvements de plus de 400 étoiles en trois dimensions.

Les étoiles que nous avons observées semblent se répartir le long des bras du bulbe en forme de X, leurs orbites les entraînant de part et d'autre ainsi qu'à l'extérieur du plan de la Voie lactée. Ce résultat est parfaitement conforme aux prévisions des modèles les plus avancés !

Les astronomes pensent qu'à l'origine, la Voie lactée était un simple disque d'étoiles. Celles-ci se sont rassemblées en une barre plate il y a des milliards d'années. La partie centrale de cette barre s'est ensuite enroulée pour prendre cet aspect de cacahuète.



ALMA au grand complet

La dernière antenne d'ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) – et la 25^e fournie par l'ESO – vient d'être livrée à l'observatoire. L'Amérique du Nord a produit 25 antennes de 12 mètres de diamètre, l'Est Asiatique en a livré 16 (quatre de 12 mètres et douze de 7 mètres de diamètre). D'ici la fin 2013, les 66 antennes radio seront en mesure de capter, avec une précision extrême, des signaux émis dans les domaines millimétrique et submillimétrique. Ce réseau d'antennes installé sur le plateau de Chajnantor dans le désert de l'Atacama, situé au nord du Chili, se comportera comme un seul et unique télescope dont le diamètre pourra atteindre les 16 km.

La dernière des 66 antennes d'ALMA sur le camion géant Otto. (ESO/M. Marchesi)

Il s'agit là d'une étape importante pour l'observatoire puisqu'elle permet aux astronomes en Europe et ailleurs d'utiliser la pleine puissance du télescope ALMA et de bénéficier de sa pleine sensibilité et de sa surface collectrice complète.

ALMA permet aux astronomes de répondre à d'importantes interrogations concernant nos origines cosmiques. Le télescope observe l'Univers à des longueurs d'onde situées dans un domaine du spectre électromagnétique à mi-chemin entre l'infrarouge et les ondes

radio. La lumière émise à ces longueurs d'onde provient de certains des objets les plus froids (cf la couverture de ce bulletin) et les plus distants de l'Univers, parmi lesquels des nuages de gaz et de poussière au sein desquels naissent les étoiles et des galaxies lointaines situées aux frontières de l'Univers observable. L'Univers demeure relativement méconnu aux longueurs d'onde (sub)millimétriques. Et pour cause : ce type d'observation requiert des conditions atmosphériques particulières, une aridité extrême en l'occurrence, cette même aridité qui caractérise le plateau de Chajnantor, ainsi que le déploiement d'un grand nombre d'antennes de vastes dimensions et l'utilisation d'une technologie de détection avancée. Du fait de sa construction par étapes ALMA a pu être utilisé de manière intensive dans le cadre de projets scientifiques avant même son achèvement.

APEX, ArTéMiS

Un nouvel instrument appelé ArTéMiS a été installé avec succès sur APEX (Atacama Pathfinder Experiment). APEX est un télescope de 12 mètres de diamètre situé en altitude dans le désert d'Atacama qui fonctionne à des longueurs d'onde millimétriques et submillimétriques – entre la lumière infrarouge et les ondes radio dans le spectre électromagnétique – et qui constitue un outil précieux pour les astronomes afin de scruter l'Univers lointain. Le nouvel appareil vient de livrer une vue spectaculaire et très détaillée de la nébuleuse de la Patte de Chat.

Cette image de la région de formation d'étoiles NGC 6334 est l'une des toutes premières images scientifiques acquises au moyen de l'instrument ArTeMiS qui équipe le télescope APEX. L'image montre le rayonnement détecté à une longueur d'onde de 0,35 millimètre et émis par les nuages denses de grains de poussière interstellaire. De couleur orangée, les nouvelles observations d'ArTeMiS ont été superposées à une vue de cette même région du ciel acquise dans le proche infrarouge par le télescope VISTA de l'ESO à Paranal.

(ArTeMiS team/Ph. André, M. Hennemann, V. Revéret et al./ESO/J. Emerson/VISTA; Cambridge Astronomical Survey Unit)





Sgr A*

Les observations réalisées au moyen du télescope spatial X Chandra depuis 12 ans montrent que le trou noir central de la Galaxie a connu au moins deux sursauts majeurs au cours des derniers siècles. Ce sont les échos X des sursauts renvoyés par des nuages interstellaires qui permettent cette conclusion.

Les lueurs X dont on voit les échos ont probablement été provoquées lorsque des nuages de matière, peut-être des étoiles ou des planètes désintégrées, ont été avalées par le trou noir Sgr A*. Une partie de ces rayons X ont rebondi sur des nuages de gaz situés quelque part entre 30 et 100 années-lumière du trou noir et ils nous parviennent ainsi plusieurs dizaines d'années après les rayons directs, tout cela en fonction de la géométrie et de l'emplacement des nuages. On avait déjà mis en évidence de tels échos de Sgr A* mais c'est la première fois qu'ils permettent d'observer simultanément deux échos distincts.

Première détection de l'acétate de méthyle dans l'espace

Basé sur un communiqué CNRS

Pour la première fois, l'acétate de méthyle ($C_3H_6O_2$) a été trouvé dans l'espace, dans la nébuleuse d'Orion. Il s'agit d'une étape importante dans la détection de molécules de plus en plus complexes – citons par exemple la détection du formate d'éthyle (C_2H_5OCHO), un isomère de l'acétate de méthyle aussi détecté dans Orion, du butyronitrile (C_3H_7CN)² ou de l' amino acétonitrile (NH_2CH_2CN)³ dans le nuage Sagittarius B2.

Orion est un nuage interstellaire proche reconnu comme un bon modèle pour comprendre la formation d'étoiles de grande masse. Le nombre de petites molécules organiques détectées dans Orion (méthanol, formiate de méthyle, acétone, diméthyl éther, acétaldéhyde, etc.) démontre une très grande complexité chimique. C'est tellement vrai que

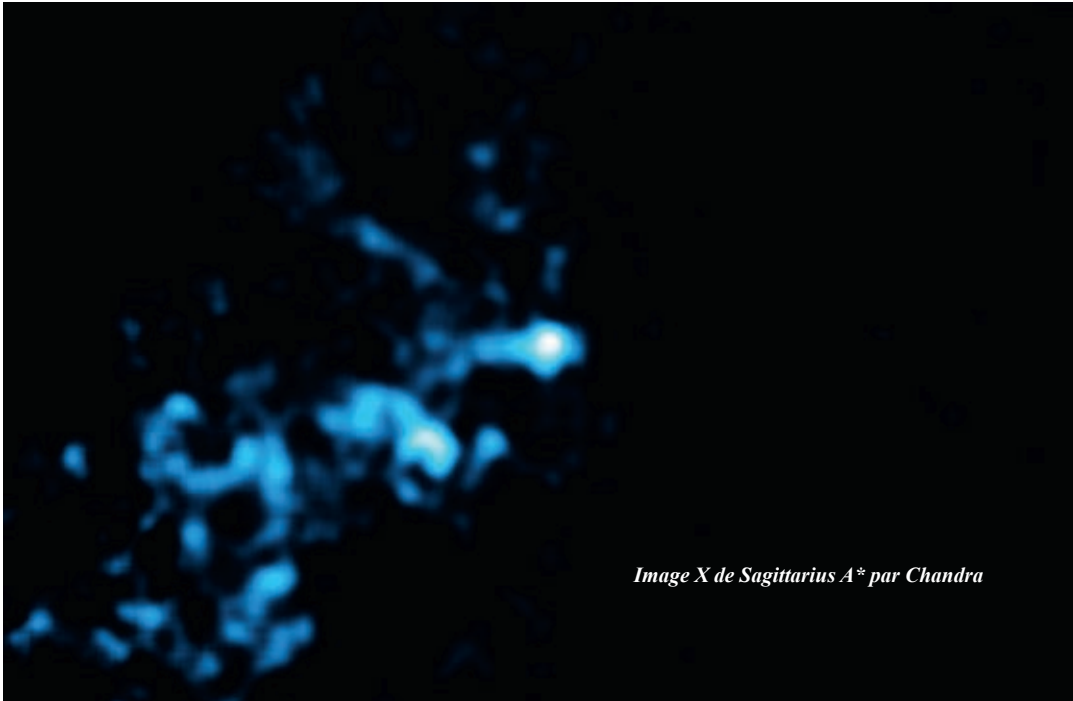


Image X de Sagittarius A par Chandra*

la nébuleuse d'Orion est souvent considérée par les astronomes comme une vaste usine de molécules organiques.

Ce qui intrigue les chercheurs, c'est que pour le moment on ne connaît pas de mécanisme de formation permettant d'expliquer la présence et l'abondance de l'acétate de méthyle. Cette nouvelle détection est donc une étape clef dans la compréhension de la chimie du nuage interstellaire Orion. Ce dernier peut fournir d'importantes informations sur la formation de molécules organiques complexes sur la surface des grains interstellaires et dans les nuages de gaz.

La détection de nombreuses raies de l'acétate de méthyle dans Orion a pu être réalisée notamment grâce à des travaux de spectroscopie effectués en laboratoire qui ont fourni des données permettant les identifications dans les spectres obtenus par le télescope de 30 m de l'IRAM, spectres qui présentent des milliers de raies de molécules relativement abondantes.

C'est la première fois que l'on découvre de l'acétate de méthyle dans l'espace. Cette découverte a été possible grâce au télescope de 30 m de l'IRAM. Crédits : CNRS/ESO

