

Astronomie dans le monde



VFTS 352

Basé sur un communiqué ESO

VFTS 352 se compose de deux étoiles très chaudes, brillantes et massives qui orbitent l'une autour de l'autre en un peu plus de 24 heures. Les centres des deux étoiles sont distants d'à peine 12 millions de kilomètres. L'une et l'autre composantes sont des étoiles de type O. De telles étoiles sont typiquement dotées de masses comprises entre 15 et 80 masses solaires et brillent comme des millions de soleils. De couleur bleu-blanc, leur température de surface dépasse les 30 000 degrés Celsius. Les étoiles sont en réalité si proches l'une de l'autre que leurs surfaces se chevauchent et sont reliées par un pont de matière. Le couple VFTS 352 n'est pas seulement le représentant le plus massif de la classe confidentielle des binaires en contact – au total, sa masse avoisine les 57 masses solaires ; il est également constitué des étoiles les plus chaudes connues à ce jour – plus de 40 000 degrés Celsius.

Vue d'artiste de VFTS 352, le système d'étoiles doubles le plus chaud et le plus massif connu à ce jour. Les deux étoiles sont si proches l'une de l'autre qu'elle se partagent de la matière. Cet étrange système s'achemine certainement vers une fin dramatique : la formation d'une unique étoile géante ou d'un trou noir binaire. (ESO/L. Calçada)

Les étoiles extrêmes telles celles qui composent VFTS 352 jouent un rôle déterminant dans l'évolution des galaxies et sont censées être les principaux producteurs d'éléments chimiques tels que l'oxygène. Des étoiles doubles de ce type ont des comportements étranges, voire exotiques. Citons, à titre d'exemple, les « étoiles vampires », ces compagnons stellaires de modestes dimensions qui aspirent la matière située à la surface de leurs voisines plus grosses.

Dans le cas de VFTS 352 les deux étoiles sont de même taille. En conséquence, la matière n'est pas aspirée par l'une ou l'autre étoile, mais plutôt partagée dans des régions que l'on appelle les « lobes de Roche ». Dans des systèmes binaires rapprochés tel que VFTS 352, les lobes de Roche des deux étoiles sont remplis de matière.



Cette image indique l'emplacement de VFTS 532 dans la Nébuleuse Tarentule du Grand Nuage de Magellan.

Cette vue résulte de la superposition d'images acquises dans le visible par la caméra à grand champ du télescope MPG/ESO de 2,2 mètres à La Silla et dans l'infrarouge par le télescope VISTA de 4,1 mètres à Paranal.

(ESO/M.-R. Cioni/VISTA Magellanic Cloud survey; Cambridge Astronomical Survey Unit)

Il semble que les étoiles de VFTS 352 mutualisent ainsi 30% de leur capital matériel.

Observer un tel système est extrêmement rare car cette phase stellaire est éphémère. Les étoiles sont si proches l'une de l'autre que, de l'avis des astronomes, d'importants effets de marée devraient précipiter le mélange de matière au sein des intérieurs stellaires.

Les astronomes pensent que VFTS 352 s'achemine vers une issue fatale. Le premier scénario stipule que les deux étoiles fusionneront et donneront naissance à une étoile géante, peut-être magnétique, animée d'une rotation rapide. Dans l'éventualité où cette rotation rapide se poursuivrait, l'étoile géante achèverait son existence sous la forme de l'une des explosions les plus énergétiques de l'Univers, un sursaut gamma de longue durée. Les sursauts gamma (GRBs) consistent en des émissions de rayons gamma de haute énergie que certains satellites terrestres sont en mesure de détecter. Ils sont de deux types : ceux de courte durée (moins de quelques secondes) et ceux de longue durée. Les GRBs de longue durée sont les plus courants : ils sanctionnent la fin de vie des étoiles massives et sont associés à une classe d'explosions très énergétiques de supernovæ.

Si le mélange des deux intérieurs stellaires s'avère suffisant, les étoiles resteront compactes et le système VFTS 352 devrait échapper à la fusion. Alors, la trajectoire évolutive des deux objets diffèrera notablement des scénarios classiques d'évolution stellaire. Les deux composantes de VFTS 352 devraient exploser en supernovæ et laisser un système binaire de trous noirs rapprochés. Un objet si remarquable devrait constituer une importante source d'ondes gravitationnelles.

Prouver l'existence de ce second chemin évolutif constituerait une véritable percée dans le domaine de l'astrophysique stellaire. Mais, quel que soit le destin de VFTS 352, ce système a d'ores et déjà offert aux astronomes de précieuses informations concernant les processus évolutifs des systèmes binaires constitués d'étoiles massives au contact l'une de l'autre.

Une nouvelle composante de la Voie lactée

Basé sur un communiqué ESO

Le sondage VVV (The Vista Variables in the Via Láctea Survey) a pour mission d'observer régulièrement les régions centrales de notre galaxie dans cinq bandes du proche infrarouge afin de détecter un nombre élevé d'objets variables. La surface totale du sondage, de 520 degrés carrés, abrite au moins 355 amas ouverts et 33 amas globulaires. À terme, le sondage fournira plus d'une centaine de clichés soigneusement espacés dans le temps de chacune des zones du ciel observées. Il en résultera un catalogue d'un milliard de sources ponctuelles dont un million d'objets variables ainsi qu'une carte tridimensionnelle du bulbe de la Voie lactée. Aux longueurs d'ondes observées par VISTA, les nuages de poussières sont relativement transparents, permettant aux régions situées en arrière-plan d'être observées.

Ce sondage qui a déjà permis de nombreuses découvertes en ajoute une nouvelle, celle d'une composante jusque-là inconnue de notre propre galaxie, la Voie lactée et plus précisément, de son bulbe central. Alors que celui-ci est censé être peuplé d'un grand nombre d'étoiles âgées les astronomes ont découvert 655 étoiles variables, vraisemblablement de type Céphéides et, parmi elles, quelques très jeunes. Les Céphéides présentent la particularité de se dilater et de se contracter périodiquement – au long d'un cycle pouvant aller de quelques jours à plusieurs mois, ce qui se traduit par des variations significatives de leur luminosité. La durée d'un cycle est d'autant plus longue que l'étoile est brillante. Cette relation découverte en 1908 par l'astronome américaine Henrietta Swan Leavitt, permet d'utiliser les Céphéides pour estimer la distance d'objets lointains à l'intérieur, voire au-delà de la Voie lactée.

Les Céphéides se répartissent en deux classes qui diffèrent par leur âge. Au sein de l'échantillon de 655 étoiles, on a trouvé 35

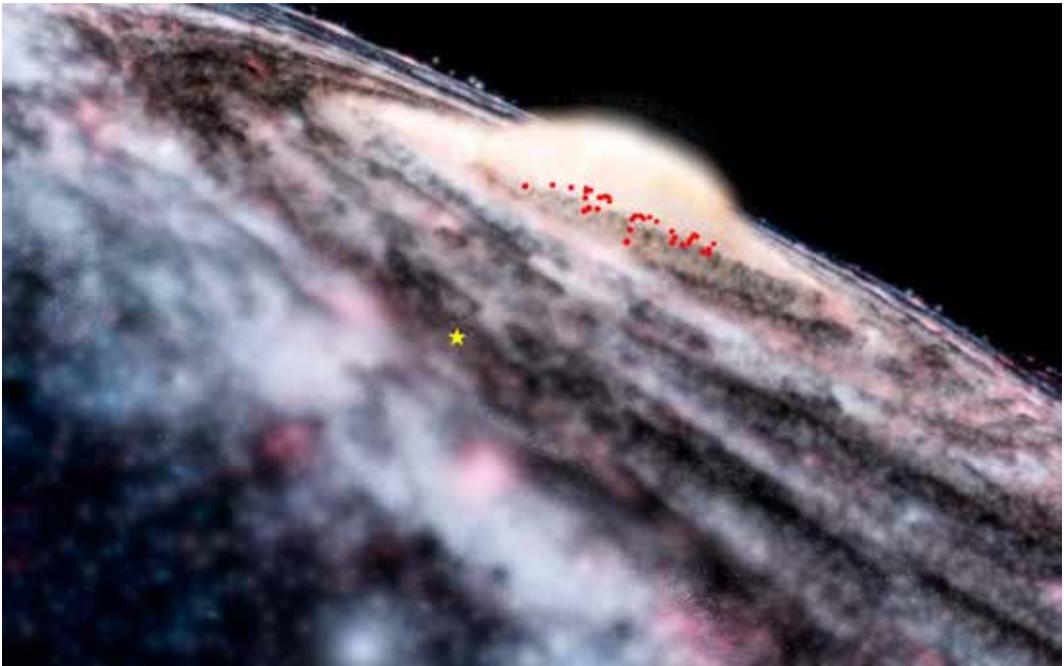
membres Céphéides classiques, de jeunes étoiles brillantes, nettement distinctes de celles, beaucoup plus âgées, qui peuplent en majorité le bulbe central de la Voie lactée. Elles sont toutes âgées de moins de 100 millions d'années et la plus jeune d'entre elles n'exécède sans doute pas 25 millions d'années. Peut-être en existe-t-il d'autres, encore plus jeunes et plus brillantes.

La jeunesse de ces étoiles apporte la preuve de la création ininterrompue, ces cent derniers millions d'années, de nouvelles étoiles dans les régions centrales de la Voie lactée. Mais les données du sondage ont été à la base d'une autre découverte tout aussi remarquable. En cartographiant les nouvelles Céphéides, les astronomes ont mis au jour l'existence d'une structure encore insoupçonnée, un mince disque d'étoiles jeunes dans le bulbe galactique qui était masqué par d'épais nuages de poussière.

Cette étude constitue une parfaite démonstration des capacités du télescope VISTA à sonder les régions galactiques les plus sombres.

De futures investigations permettront de déterminer le lieu de naissance de ces Céphéides. Connaître leurs propriétés fondamentales, leurs interactions ainsi que leur évolution constitue le préalable à une meilleure compréhension de l'évolution de la Voie lactée et du processus évolutif des galaxies dans leur ensemble.

Le télescope VISTA installé à l'Observatoire de Paranal de l'ESO, a permis de découvrir une composante inconnue de la Voie lactée : un disque constitué de jeunes étoiles et masqué par la présence d'épais nuages de poussière dans le bulbe galactique. Sur cette vue d'artiste figurent les Céphéides qui sont à la base de la découverte.
(ESO/Microsoft Worldwide Telescope)



Érosion de l'atmosphère de Mars

Basé sur un communiqué IRAP

Après plusieurs campagnes de plongées dans l'atmosphère (« deep-dips »), la sonde MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) de la NASA est parvenue à déterminer les raisons de l'échappement de l'atmosphère martienne dans l'espace, et donc l'un des facteurs clés de la transition d'une planète potentiellement habitable vers un environnement inhospitalier.

En orbite autour de la planète rouge depuis le 22 septembre 2014, MAVEN a pour objectifs de mieux connaître la composition et la densité de la haute atmosphère et de l'ionosphère martiennes ainsi que leurs interactions avec le rayonnement et le vent solaires, afin de déterminer les processus d'échappement atmosphérique et donc de retracer l'évolution passée du climat martien. Les deep-dips de 2015 ont amené la sonde jusqu'à environ 120 kilomètres de la surface.

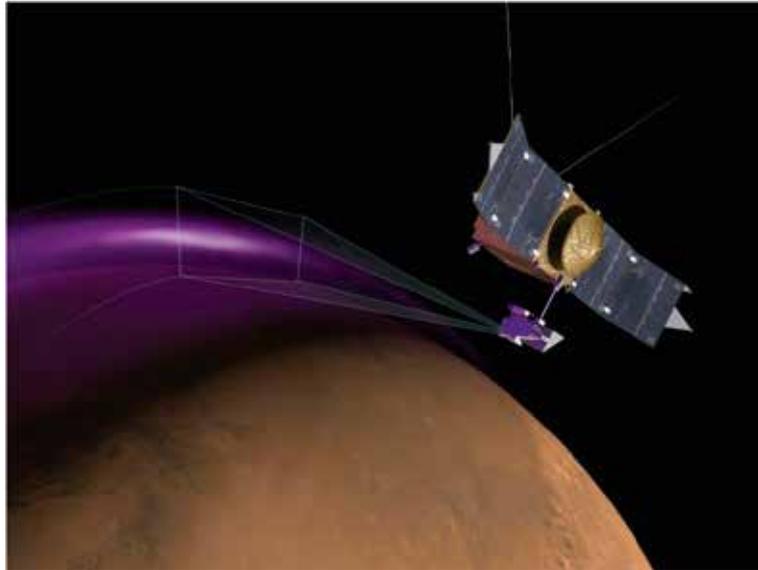
L'analyse des données recueillies par les instruments embarqués indique que le vent solaire a pour effet d'expulser le gaz atmosphérique à un rythme voisin de 100 grammes par seconde.

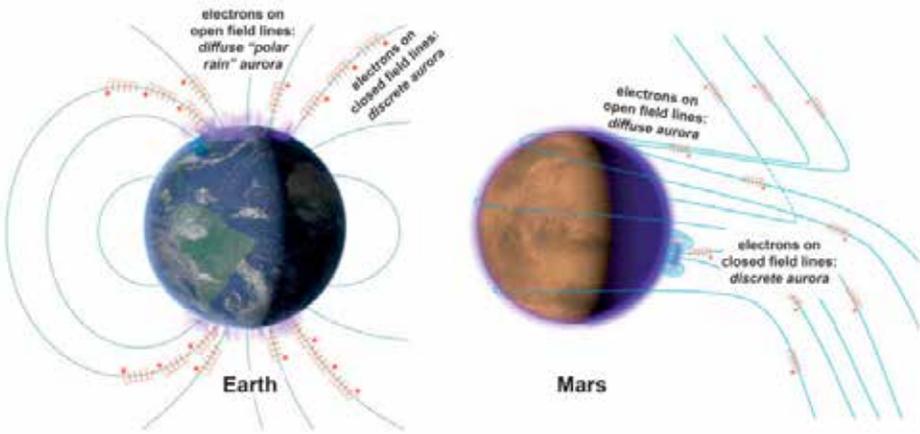
Le vent solaire consiste en un flux de particules énergétiques, majoritairement des protons et des électrons,

s'échappant du Soleil à une vitesse voisine de 1,5 million de km/h. Le champ magnétique qu'il transporte génère, au voisinage de Mars, un champ électrique qui accélère les ions de la haute atmosphère. Dotés d'une vitesse suffisante, ces derniers s'échappent de l'attraction martienne en direction de l'espace. Cet échappement se produit principalement (~75%) à l'intersection entre la haute atmosphère martienne et la queue magnétique produite par l'interaction de cette dernière avec le vent solaire. Le reste a lieu au niveau des pôles et du nuage de gaz entourant la planète.

En outre, il est apparu que ce taux d'érosion atmosphérique augmente significativement – peut-être d'un facteur 10 – lors des tempêtes solaires, suggérant qu'il fut bien plus élevé par le passé, lorsque le Soleil était plus jeune et beaucoup plus actif. Ainsi il ne fait guère plus de doute que la planète Mars était jadis dotée d'une atmosphère suffisamment dense et chaude pour garantir la présence d'eau liquide en surface. Diverses régions martiennes, des vallées notamment, portent des traces d'érosion par l'eau, d'autres sont constituées de dépôts minéraux dont la formation

MAVEN observant une aurore sur Mars. Comme sur Terre, ce phénomène lumineux est dû à l'interaction entre les particules énergétiques du vent solaire et les molécules de l'atmosphère. Mars n'ayant pas de champ magnétique interne, les aurores ne sont pas concentrées aux pôles. (CU/LASP)





requiert la présence d'eau liquide. Récemment, la sonde MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) a détecté l'apparition saisonnière d'eau saumâtre liquide en surface. Autant d'indices suggérant la présence de rivières, de lacs, voire d'océans d'eau liquide à la surface de Mars dans un lointain passé.

Mars aurait même pu abriter certaines formes de vie. L'érosion atmosphérique induite par le vent solaire a donc eu un impact majeur sur l'évolution du climat martien vers le stade froid et aride que nous lui connaissons aujourd'hui.

Cette découverte invite à se poser la question subsidiaire : pourquoi le vent solaire n'a-t-il pas également causé l'échappement de l'atmosphère terrestre ? Mars est dénuée de tout bouclier magnétique global depuis au moins 3,6 milliards d'années. En conséquence, même au niveau des régions où se trouvent les sources crustales magnétiques fossiles (essentiellement dans l'hémisphère sud), le vent solaire arrive à parvenir intact jusqu'à environ un demi-rayon martien. Il est encore présent quoique ralenti à beaucoup plus basse altitude (quelques centaines de kilomètres) et n'est bloqué réellement qu'au niveau de l'ionos-

Comparaison de la géométrie du champ magnétique de la Terre et de Mars pour des aurores diffuses ou discrètes. Mars n'a pas de champ global généré par un noyau liquide mais des champs multiples résultant d'anomalies locales figées dans la croûte depuis des milliards d'années et du champ apporté par le vent solaire.

(NASA/JPL)

phère dense. Les résultats de MAVEN (aurores diffuses) montrent toutefois qu'une précipitation intense de particules énergétiques peut se produire dans l'atmosphère jusqu'à très basse altitude voire jusqu'au sol (pour les particules les plus énergétiques).

Contrairement à la planète rouge, la Terre est dotée d'un puissant bouclier magnétique qui repousse l'essentiel du vent solaire à plus de dix rayons planétaires sur la face avant. Seule une infime fraction de notre atmosphère s'échappe dans l'espace – le long des lignes de champ magnétique dans les régions polaires. À ce rythme, plusieurs fois l'âge actuel de l'Univers seront nécessaires pour qu'elle se vide.

Disque autour d'une naine blanche

Basé sur un communiqué ESO

Le VLT de l'ESO a permis d'analyser en détail pour la première fois le disque de matière entourant une naine blanche. Les résultats de ces observations donnent un aperçu de la lointaine destinée du Système solaire.

Divers instruments, parmi lesquels UVES, un spectrographe opérant dans les domaines Ultraviolet et Visible, et X-shooter, tous deux reliés au VLT, ont pu capturer la lumière en provenance de la naine blanche J1228+1040 et de la matière environnante, sur une période de douze ans s'étendant de 2003 à 2015. Le fait d'effectuer des observations à diverses périodes de l'année a par ailleurs permis d'observer le système sous plusieurs angles distincts.

L'image ainsi composée révèle l'existence de nombreuses structures qu'un simple instantané ne pourrait détecter.

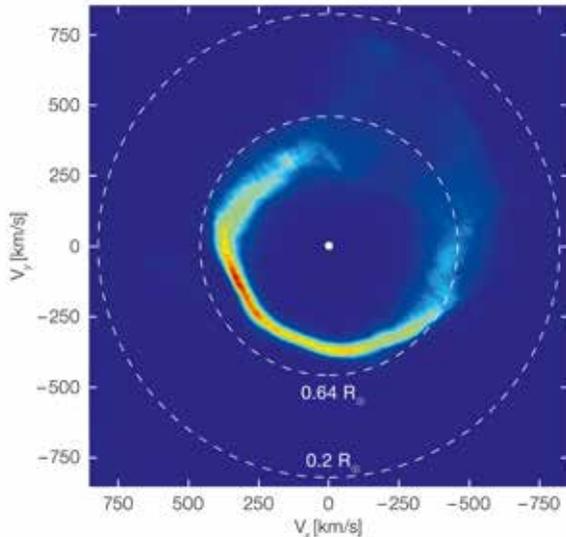
Les astronomes ont utilisé une technique baptisée tomographie Doppler basée sur le même principe que la tomographie médicale permettant de scanner le corps humain, ce qui lui a permis de cartographier en détail la structure des gaz tournant autour de l'étoile morte.

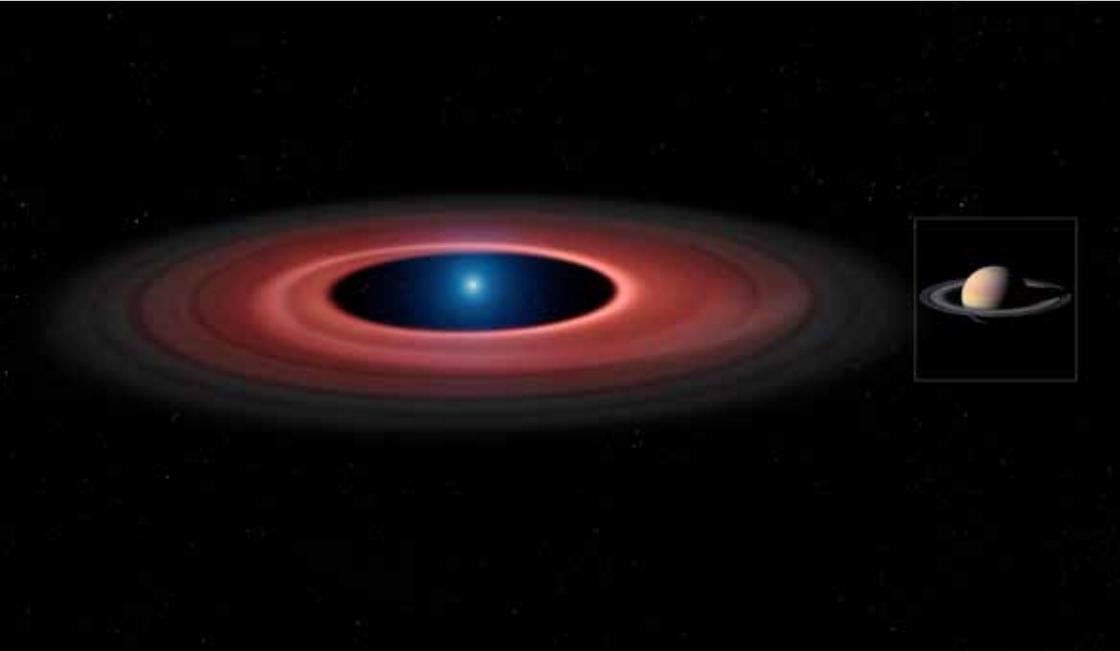
Au contraire des étoiles massives – celles dont la masse excède les quelque dix masses solaires – qui achèvent leur existence de manière spectaculaire et violente sous la forme d'une explosion en supernova, les étoiles de dimensions plus modestes ne connaissent pas de fin tragique. Les étoiles comme le Soleil épuisent leur reste de carburant, se dilatent en géantes rouges puis expulsent leurs couches périphériques dans l'espace. Ne subsiste que le cœur, brûlant et dense de l'étoile initiale. C'est le stade naine blanche.

Les planètes, les astéroïdes et les autres corps d'un tel système survivent-ils à cette épreuve du feu? Qu'en reste-t-il exactement? Les nouvelles observations aident à répondre à ces questions.

Il est rare que les naines blanches soient entourées de disques gazeux – seuls sept systèmes de ce type sont connus. Les chercheurs pensent qu'un astéroïde s'est dangereusement approché de l'étoile morte puis s'est disloqué,

La figure ci-dessous montre les vitesses du gaz à l'intérieur du disque qui entoure la naine blanche SDSS J1228+1040. Il a été constitué à partir des observations menées douze années durant au moyen du VLT en utilisant la méthode de tomographie Doppler. Les cercles en pointillés indiquent la matière décrivant des orbites circulaires à deux distances différentes de l'étoile. Parce que la matière se déplace d'autant plus vite qu'elle décrit une orbite proche de l'étoile, il en résulte cette impression de débordement. (University of Warwick/C. Manser/ESO)





sous l'effet de forces de marée d'une grande intensité. Ses restes constituent le disque de matière visible sur l'image.

Le disque en orbite s'est formé de la même façon que les anneaux de planètes comme Saturne. Mais il y a de grandes différences. J1228+1040 est sept fois plus petite que Saturne et sa masse est 2 500 fois plus élevée. En outre, la distance séparant la naine blanche du disque diffère nettement de celle qui sépare Saturne de ses anneaux. Ce second système tiendrait largement à l'intérieur du premier et pourtant, celui-ci paraît bien modeste comparé aux disques de débris à partir desquels se forment les planètes autour des jeunes étoiles.

La nouvelle étude a par ailleurs permis à l'équipe d'observer la précession du disque sous l'effet de l'intense champ gravitationnel généré par la naine blanche. Enfin, il est apparu que le disque présente quelques déséquilibres et n'arbore pas encore une forme circulaire.

Vue d'artiste du disque de débris entourant la naine blanche SDSS J1228+1040 (à gauche) et du système d'anneaux de Saturne (à droite). Ces représentations sont à la même échelle. La naine blanche SDSS J1228+1040 arbore un diamètre sept fois inférieur à celui de Saturne mais est dotée d'une masse 2 500 fois plus élevée.
(Mark Garlick www.markgarlick.com, University of Warwick/ESO/NASA/Cassini)

L'étude de vestiges tels que J1228+1040 peut améliorer notre connaissance des environnements d'étoiles en fin de vie, notre compréhension des processus à l'œuvre au sein des systèmes exoplanétaires et même nous permettre de nous projeter dans sept milliards d'années, lorsque le Soleil achèvera son existence.

Éruption du trou noir Mrk 335

Une éruption géante du trou noir supermassif Mrk 335 permet pour la première fois de lier cet événement au comportement de la « couronne » du trou noir qui serait une source compacte de rayons X située au-dessus des pôles (modèle du « lampadaire »).

Les observations réalisées avec les observatoires spatiaux Swift et NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) ont surpris le trou noir en pleine éruption ce qui devrait aider les astronomes à comprendre la cause de ces « flares ».

Les trous noirs s'entourent généralement d'un disque de matière très chaude et brillante aspirée par leur forte gravité. Ils possèdent une autre source de rayonnement dans la couronne, une région renfermant des particules très énergétiques émettant des rayons X.

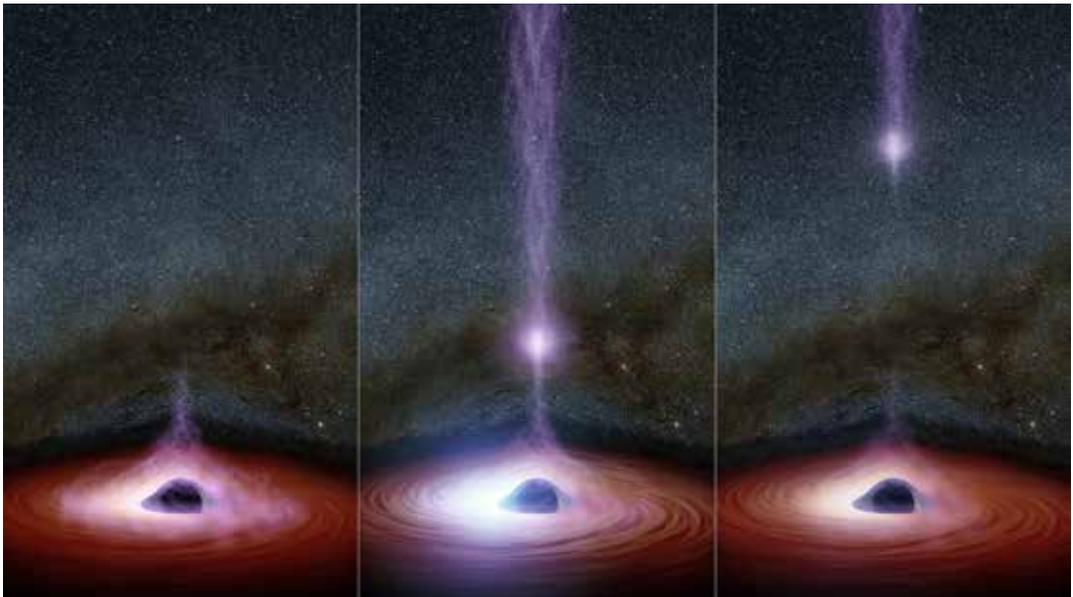
Les astronomes avaient plusieurs hypothèses concernant la structure de cette couronne. Il pouvait s'agir d'une région diffuse entourant le trou noir, d'un nuage prenant le disque d'accrétion en sandwich, ou de zones

situées sur l'axe de rotation et surplombant ainsi les pôles (le modèle du lampadaire).

Mrk 335, un trou noir situé à 320 millions d'années-lumière dans Pégase est parfois l'une des sources X les plus lumineuses du ciel. Swift et NuSTAR ont pu l'observer à l'une de ces occasions, en 2014. De l'examen des données spectrales X, les astronomes déduisent que la couronne s'est d'abord contractée puis s'est projetée le long de l'axe de rotation avant de s'effondrer. Ils voient là l'origine possible d'un jet. La projection de la couronne se fait à très grande vitesse, environ 20% de celle de la lumière. Si ce mouvement est dirigé vers nous, il en résulte un accroissement relativiste de la luminosité, ce qui est le cas ici.

La nature exacte de la couronne reste cependant assez mystérieuse ainsi que la raison pour laquelle elle se fait éjecter.

*Ce triptyque montre l'évolution d'un sursaut de rayons X d'un trou noir lorsque la couronne s'élève au-dessus du pôle.
(NASA/JPL-Caltech)*



Comète 67P

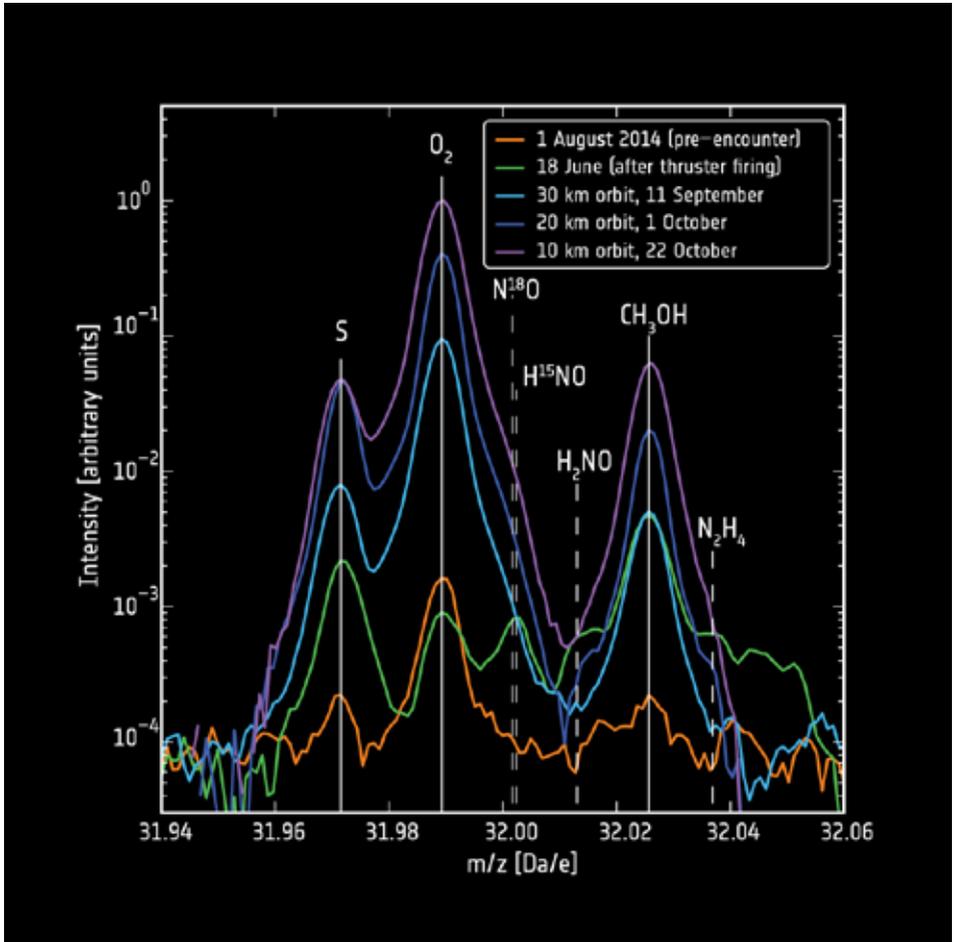
Basé sur un communiqué ESA

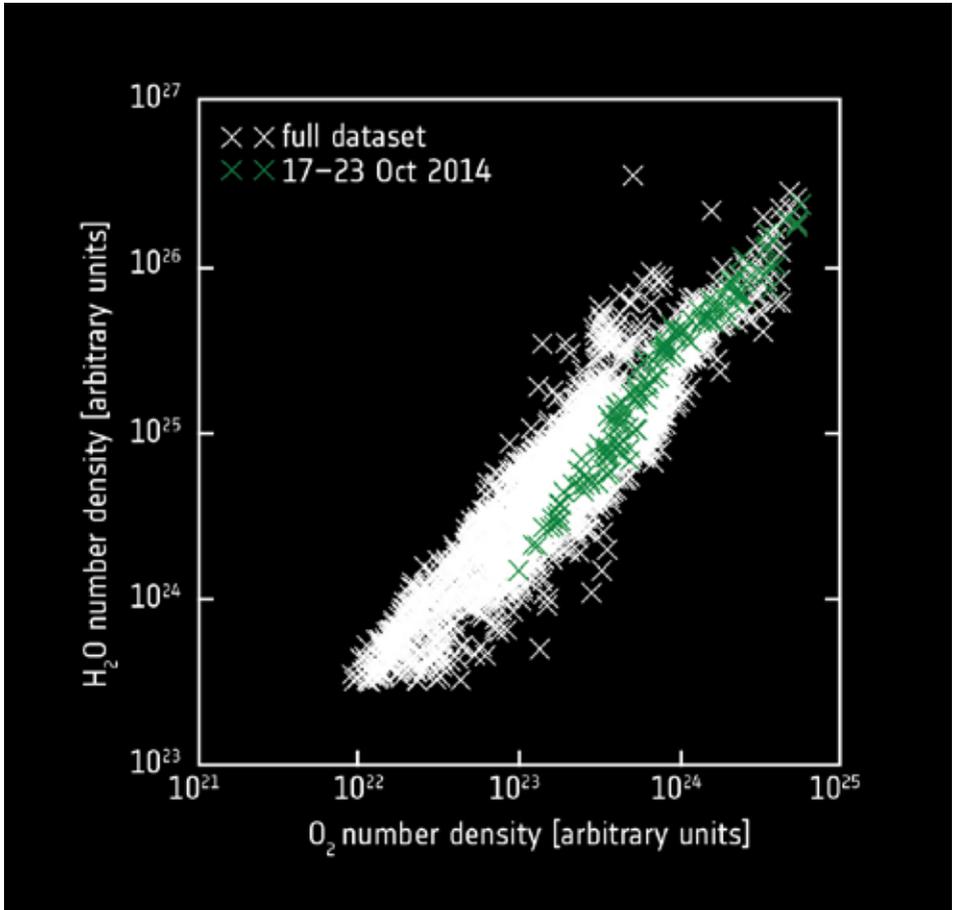
La sonde Rosetta de l'ESA a effectué la première détection in situ de molécules d'oxygène s'échappant d'une comète, une observation surprenante qui suggère que ces molécules ont été incorporées à la comète pendant sa formation.

Rosetta observe la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko depuis plus d'un an et a détecté une quantité importante de gaz différents qui s'échappent de son noyau.

La vapeur d'eau, le monoxyde et le dioxyde de carbone sont les plus abondants, suivis par toute une variété de gaz : azote, soufre, carbone, ainsi que des gaz rares.

Les spectres détaillés de la coma de 67P, pris à différentes distances du noyau, montrent l'oxygène moléculaire parmi les autres molécules comme le soufre ou l'éthanol (CH₃OH). (A. Bieler et al. 2015)

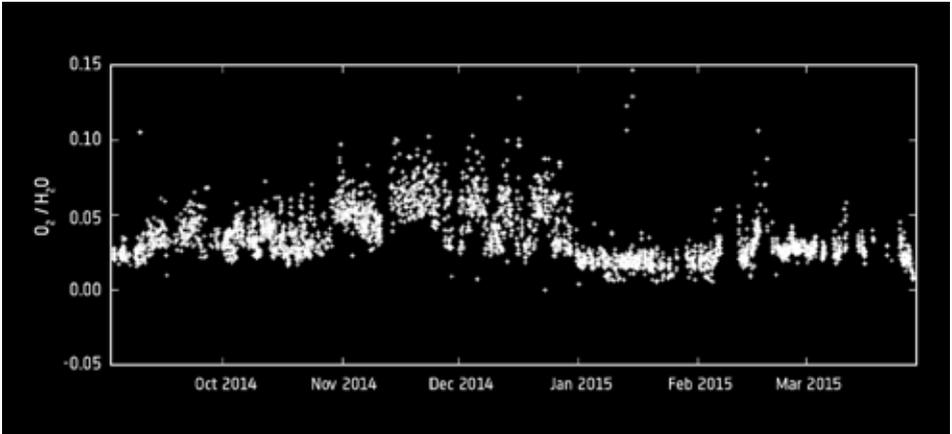




L'oxygène est le troisième élément le plus abondant dans l'Univers, mais la version moléculaire la plus simple de ce gaz, O_2 , s'est révélée étonnamment rare, même dans les nuages de formation d'étoiles, parce qu'il est très réactif, et les molécules se cassent rapidement pour se lier avec d'autres atomes et molécules. Par exemple, les atomes d'oxygène peuvent se combiner avec ceux d'hydrogène à la surface de grains froids de poussière et former des molécules d'eau. D'autre part l'action des rayons ultraviolets peut transformer l'oxygène en ozone (O_3).

Plus il y a d'eau, plus on trouve de l'oxygène moléculaire. Cette corrélation suggère une origine commune des deux molécules et un mécanisme de libération analogue. (Bieler et al. 2015)

O_2 a été détecté sur les lunes gelées de Jupiter et Saturne mais jusqu'à présent on ne l'avait pas encore trouvé dans une comète. En fait on a peu d'exemples de détection de l'oxygène moléculaire dans des nuages interstellaires de sorte que l'on ne s'attendait pas du tout à en voir dans une comète, même si à leur formation, les comètes ont dû en incorporer un peu.



Le rapport d'abondances O_2/H_2O n'a pas varié significativement au cours de la période d'observation.
(A. Bieler et al. 2015)

De l'analyse de plus de 3 000 échantillons recueillis par Rosetta les scientifiques ont mesuré une abondance de 1 à 10% d'oxygène moléculaire par rapport à l'eau, avec une moyenne de $3,80 \pm 0,85\%$, soit un ordre de grandeur de plus que ce que prévoiaient les modèles chimiques des nuages moléculaires.

Malgré la dispersion des résultats, il y a une corrélation entre la présence d'eau et celle d'oxygène, ce qui suggère une origine commune et un mécanisme de libération similaire.

Par contre, la corrélation avec le monoxyde de carbone et l'azote est faible, bien que ces molécules aient des volatilités semblables à celle de l'oxygène. Finalement, l'ozone n'a pas été décelé.

Le rapport oxygène/eau est resté constant au cours du temps malgré les variations de distance au Soleil, et il est le même partout. Seule anomalie, aux hautes abondances de l'eau, ce rapport tend à diminuer.

Plusieurs hypothèses ont été analysées pour expliquer la présence de cet oxygène. Les molécules d'eau peuvent être brisées par les photons ou des particules cosmiques (photolyse et radiolyse). Si le processus avait eu lieu dans la ceinture de Kuiper depuis la naissance de la comète il y a des milliards d'années, l'oxygène se serait accumulé dans une couche de plusieurs mètres d'épaisseur, mais il se

serait complètement évaporé depuis que la comète est entrée dans le Système solaire interne. Les photons et le vent solaires ont maintenant une plus grande action mais ils n'affectent qu'une couche très mince et l'oxygène ainsi créé doit se dissiper aux approches successives du périhélie. La sonde Rosetta aurait alors dû observer une diminution du rapport oxygène/eau durant les six mois d'observation.

On peut exclure aussi une production actuelle, instantanée, d'oxygène sous l'effet du Soleil car son abondance dépendrait des conditions d'illumination et varierait de place en place.

Les astronomes favorisent donc une origine primordiale de l'oxygène qui aurait été incorporé dans les glaces en même temps que l'eau à l'origine du Système solaire. Plusieurs scénarios sont possibles qu'il faudra départager. Ce qui est clair, c'est que l'oxygène a dû être protégé durant la formation de la comète et ne pas subir de trop hautes températures sous peine d'être détruit chimiquement.

Sucre et alcool cométaires

Basé sur un communiqué de l'Observatoire de Paris

Découverte en août 2014 par l'astronome amateur australien Terry Lovejoy, la comète C/2014 Q2 provient du lointain nuage d'Oort où elle a passé le plus clair de son existence.

Une série d'orbites intermédiaires, la dernière ayant un aphélie de l'ordre de 1000 ua, l'ont amenée plus près du Soleil.

À son passage au plus près du Soleil et de la Terre en janvier 2015, elle est restée visible à l'œil nu pendant plus d'un mois. Depuis la comète Hale-Bopp en 1997, ce fut l'une des comètes intrinsèquement les plus actives à passer près de la Terre, éjectant plus de 20 tonnes de vapeur d'eau par seconde à son maximum d'activité.

Les comètes sont des vestiges de la formation du Système solaire qui ont conservé dans leurs glaces des informations sur la composition et les conditions physiques qui prévalaient dans la nébuleuse protoplanétaire, il y a 4,5 milliards d'années. Des observations réalisées en janvier 2015 avec le radiotélescope de 30 m de l'Institut de RadioAstronomie Millimétrique (IRAM) ont permis de quantifier la production de 21 molécules dans la comète Lovejoy, dont l'alcool éthylique et le glycolaldéhyde, toutes deux présentes avec des abondances relatives à l'eau respectivement de 0,12% et 0,02%.

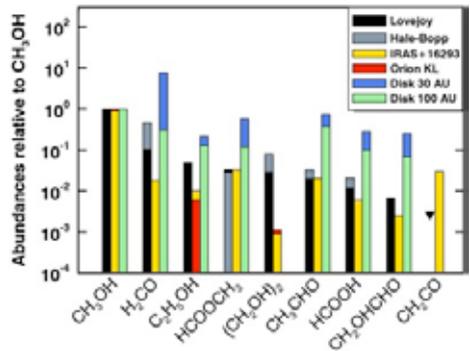
La quantité d'alcool éthylique qui s'échappe chaque seconde des glaces de la comète Lovejoy au périhélie correspond à celle contenue dans 500 bouteilles de vin.

Parmi les autres molécules détectées, plusieurs sont des molécules organiques complexes, comme l'éthylène glycol (utilisé comme antigel), le formiate de méthyle, l'acétaldéhyde (ou éthanal), la formamide, l'acide formique, et le formaldéhyde. Ces molécules organiques ont une abondance relativement élevée, comparée aux abondances mesurées dans les régions de formation d'étoiles, ce qui est en accord avec une synthèse organique importante dans les régions extérieures de la nébuleuse protoplanétaire.

Un certain nombre des molécules détectées dans la comète Lovejoy ont été également identifiées à la surface de la comète 67P par les instruments de l'atterrisseur Philae. Ces deux comètes ne proviennent pas du même réservoir : nuage d'Oort (à 10 000 - 100 000 ua du Soleil) pour Lovejoy, ceinture de Kuiper (à 30 - 50 ua) pour 67P. La comparaison de leur composition est donc très importante pour contraindre le lieu de formation de ces deux familles de comètes.

Les comètes ont certainement contribué à l'apport d'eau et d'autres composés sur Terre durant les premières centaines de millions d'années de son existence.

La mise en évidence d'une complexité organique importante dans le matériau cométaire est un pas essentiel vers une meilleure compréhension des conditions qui prévalaient lors de l'apparition de la vie sur Terre.



Graphique montrant les abondances par rapport au méthanol (CH₃OH, alcool méthylique) mesurées dans les comètes Lovejoy et Hale-Bopp et, par comparaison, celles identifiées dans deux zones de formation d'étoiles. Sont également représentées sur le graphique des simulations de synthèse organique se produisant dans des régions d'un disque protoplanétaire, situées à 30 et 100 ua de la proto-étoile centrale.

Géantes rouges magnétiques

Basé sur un communiqué CNRS

En étudiant les ondes générées à la surface de certaines d'étoiles géantes rouges, les scientifiques ont pu sonder l'intérieur des astres et reconstituer leurs structures (c'est le principe de l'astérosismologie), caractérisant en particulier les phénomènes magnétiques internes.

Les géantes rouges sont des étoiles plus âgées et plus grosses que notre Soleil. Les mouvements convectifs agitant leurs régions externes génèrent des ondes sonores (ondes de pression dans la matière) qui interagissent avec des « ondes de gravité », lesquelles pénètrent profondément dans les cœurs stellaires. De forts champs magnétiques peuvent perturber la propagation des ondes de gravité, qui restent alors piégées dans les couches internes de l'étoile selon un phénomène d'« effet de serre magnétique ». Étudier les caractéristiques des ondes permet ainsi de reconstituer les propriétés magnétiques de l'intérieur de l'étoile.

Jusqu'à présent, les astrophysiciens ne pouvaient étudier que les champs magnétiques de la surface des étoiles et devaient recourir aux super-ordinateurs pour tenter de simuler le champ magnétique interne et les comportements magnétiques sous-jacents. Le champ magnétique interne de ces étoiles était totalement inconnu. Les mesures effectuées par le télescope spatial Kepler ouvrent maintenant une nouvelle fenêtre sur le comportement magnétique dans le cœur des étoiles.

Elles ont déjà permis de montrer que le champ magnétique à l'intérieur des étoiles géantes rouges peut atteindre des valeurs 10 millions de fois plus importantes que celle du champ magnétique terrestre.

Ces résultats permettront aux chercheurs de mieux comprendre l'évolution des étoiles où le champ magnétique joue un rôle fondamental.

Bien qu'il s'agisse d'une technique d'observation indirecte des champs magnétiques internes, cette approche devrait à terme permettre de clore le débat animant la communauté scientifique sur l'origine des champs magnétiques intenses observés à la surface de certaines naines blanches et étoiles à neutrons, des corps stellaires qui se forment après la mort d'une étoile.

Vue d'artiste simulant une géante rouge avec un champ magnétique au cœur et des ondes de gravité qui se développent dans l'intérieur radiatif. Les champs magnétiques intenses peuvent « bloquer » les ondes et les empêcher d'atteindre la surface de l'étoile, en les piégeant à la manière d'un « effet de serre magnétique ».
(Rafael A. García /SAp CEA, Jim Fuller/Caltech, Gabriel Pérez/SMM, IAC, Kyle C. Augustson/HAO et NASA AIA/SDO)

