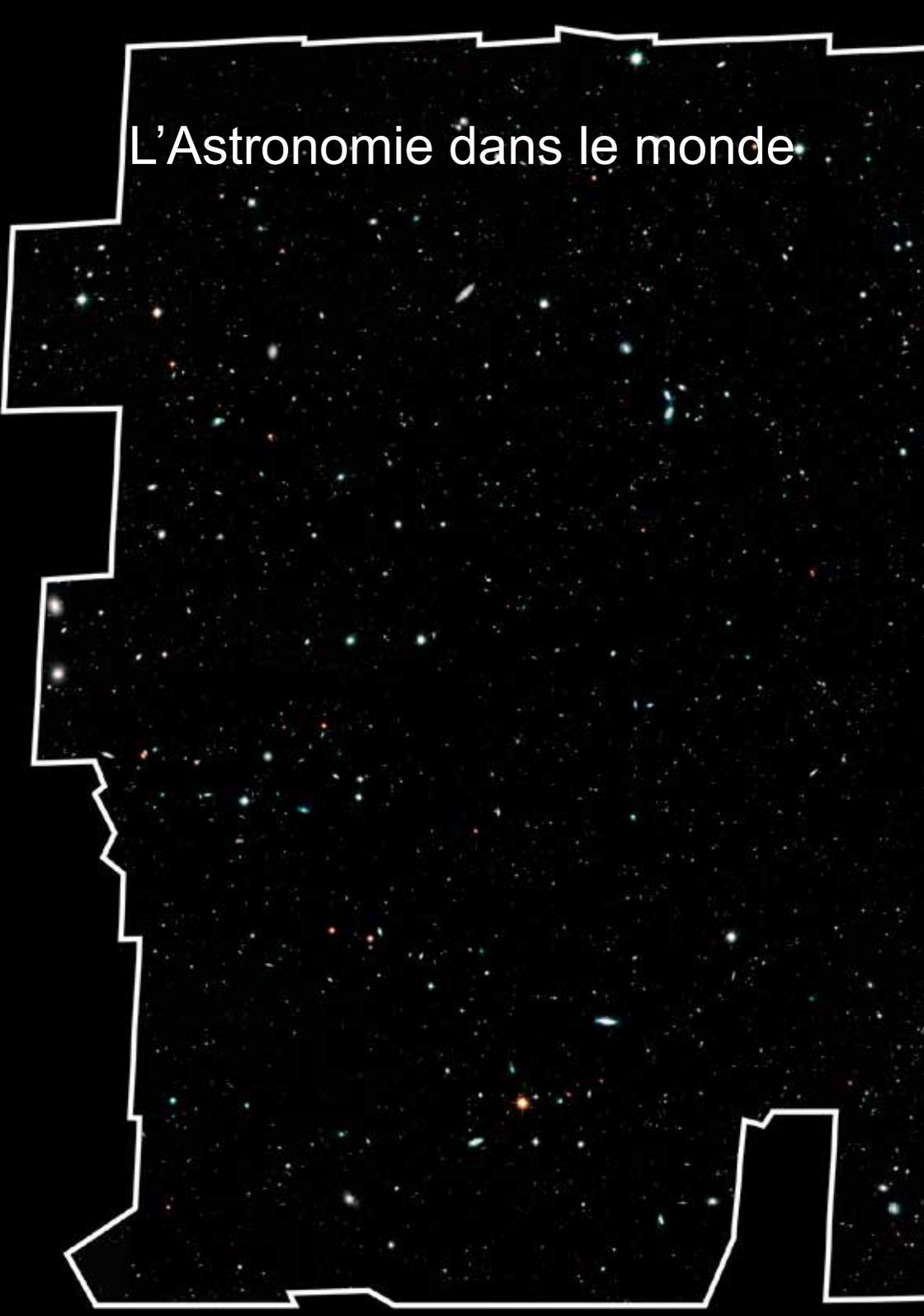


L'Astronomie dans le monde



Hubble Legacy Field

Les astronomes ont assemblé près de 7 500 images prises par le télescope spatial Hubble au cours de 16 années pour créer une image à la fois très profonde et très large d'une région de l'Univers.

Ce champ, dénommé Hubble Legacy Field, inclut certains champs profonds déjà publiés, comme le XDF (eXtreme Deep Field). Le domaine de longueurs d'onde couvert est vaste, allant de l'ultraviolet au proche infrarouge.

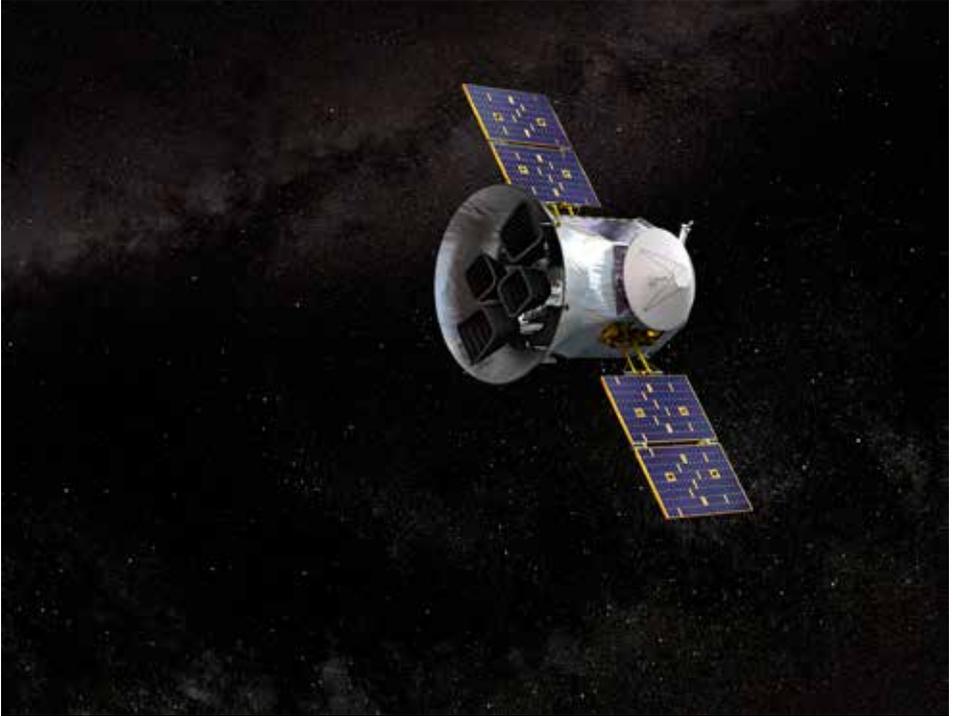
La mosaïque du Hubble Legacy Field contient environ 265 000 galaxies. On en voit jusqu'à une époque aussi reculée que 500 millions d'années après le Big Bang. Les plus lointaines, dix milliards de fois plus faibles que les plus faibles étoiles visibles à l'œil nu, sont les « briques » qui ont servi à assembler les galaxies actuelles.

Le champ HUDF « Hubble Ultra Deep Field » photographié en 2014 contenait 30 fois moins de galaxies que celui-ci dont les dimensions apparentes sont presque équivalentes à celles de la Lune.

Le champ XDF, inclus dans cette mosaïque, est plus profond, mais ne couvre même pas le dixième du diamètre de la Lune.

Le champ profond « Hubble Legacy Field ».
(NASA, ESA, G. Illingworth, D. Magee / U. of California, Santa Cruz, K. Whitaker / U. of Connecticut, R. Bouwens/Leiden U., P. Oesch/U. of Geneva, the Hubble Legacy Field team)





Premiers résultats astrophysiques de TESS

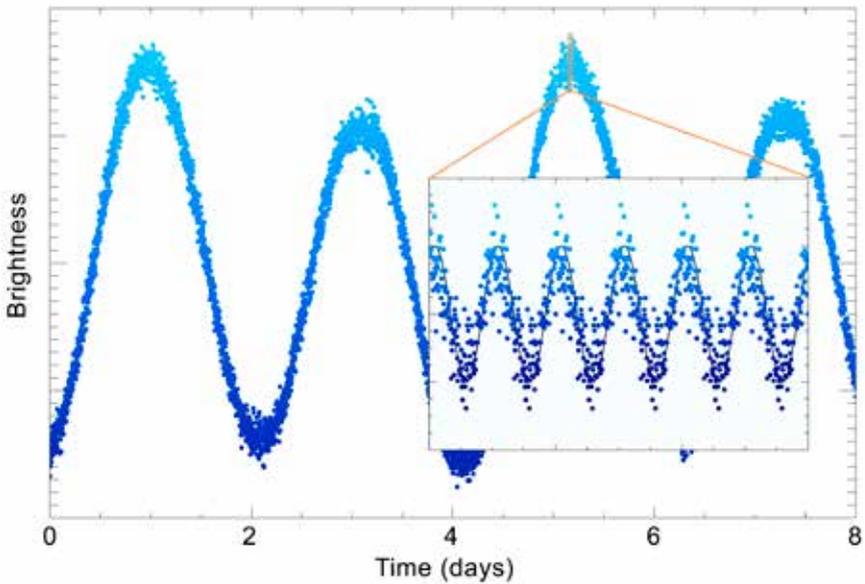
La mission première du petit télescope spatial TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) lancé en avril 2018 est la recherche d'exoplanètes par la méthode des transits. Il explore systématiquement les étoiles proches, en particulier celles du même type (G) que le Soleil avec l'espoir de déceler des dizaines de planètes ressemblant à la Terre et se trouvant en zone habitable. Il explore tout le ciel, secteur par secteur, passant un peu moins d'un mois sur chacun d'eux. Il y a 26 secteurs et le travail devrait donc être terminé en à peu près deux ans.

De telles mesures continues se prêtent bien à la recherche de pulsations à la surface des étoiles, c'est-à-dire à l'astérosismologie, l'étude des modes de vibration des étoiles qui permet de scruter l'intérieur des étoiles.

TESS devant la Voie lactée, vue d'artiste. (NASA)

Les astronomes ont recherché ces pulsations dans les 32 000 étoiles observées dans les deux premiers secteurs et ils ont trouvé cinq étoiles très particulières de type roAp (rapidly oscillating Ap). Parmi celles-ci la plus rapide connue à ce jour avec une période de 4,7 minutes. Deux de ces roAp intriguent spécialement les astronomes avec des paramètres en dehors de l'espace des valeurs prédit théoriquement. L'une d'elles a une fréquence trop élevée, l'autre est trop froide.

Ces découvertes devraient permettre d'améliorer les modèles, en particulier ceux concernant la ségrégation des éléments, et de faire progresser notre connaissance de l'évolution stellaire.

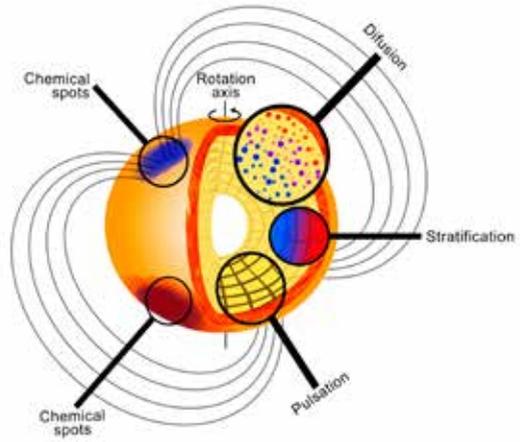


▲ *Les pulsations rapides d'une étoile roAp se superposent aux variations plus lentes dues à la rotation.*
(NASA)

▼ *Schéma d'une étoile Ap avec un champ magnétique incliné par rapport à l'axe de rotation et des taches dues à la ségrégation des éléments.*
(NASA)

Les paramètres de plusieurs roAp déjà connues ont pu être précisés, et il a été possible de poser des contraintes sur l'obliquité du champ magnétique et de l'axe de rotation.

Les périodes de rotation de 27 étoiles connues comme étant de type Ap ont aussi pu être déterminées grâce à leurs variations d'éclat. Ces étoiles présentent des taches permanentes qui reviennent au même endroit à chaque tour. Les variations ne sont donc pas dues ici à des pulsations.



Ondes gravitationnelles

LIGO et Virgo ont détecté les ondes gravitationnelles provenant très probablement de l'absorption d'une étoile à neutrons par un trou noir. Un pareil événement avait déjà été soupçonné le 26 avril mais le signal était trop faible pour être vraiment concluant. On lui donnait une chance sur sept d'être un parasite – une fausse alerte que l'on s'attend à voir une fois en 20 mois.

Les signaux observés par les détecteurs le 14 août étaient très clairs, différents de tout ce qui avait été enregistré jusqu'alors.

La première détection d'ondes gravitationnelles remonte à 2015 avec l'observation par LIGO de la fusion de deux trous noirs. Depuis, LIGO et Virgo ont détecté toute une série de fusions de trous noirs et la collision de deux étoiles à neutrons. Si S190814bv se confirme comme étant la rencontre d'une étoile à neutrons et d'un trou noir, ce sera le troisième type de phénomène à mettre à l'actif des observateurs d'ondes gravitationnelles.

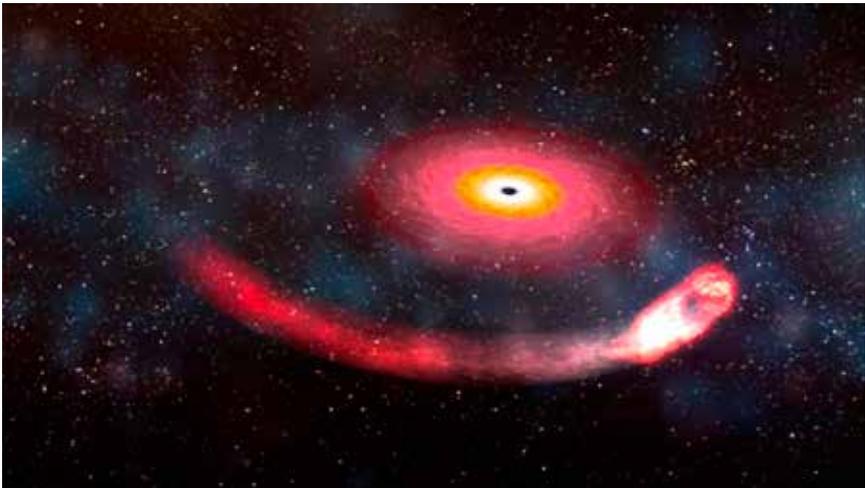
Une première estimation situe l'événement à 900 millions d'années-lumière. La triangulation conduit à localiser la source dans une zone de 23 degrés carrés, plus de cent fois la pleine lune. C'est bien grand mais les astro-

nomes se sont mis à balayer cette région avec leurs télescopes et à analyser les données des observatoires spatiaux au cas où une émission anormale serait visible. Ce serait une occasion unique de pouvoir étudier la matière provenant de l'intérieur d'une étoile à neutrons.

On s'attend en effet à ce que la capture d'une étoile à neutrons par un trou noir ne passe pas inaperçue si le trou noir n'est pas trop massif. Les deux objets se rapprochent assez lentement et cela laisse le temps au trou noir de grignoter l'étoile, un processus qui s'accompagne d'émission de rayonnements. Mais si le trou noir est très massif, l'étoile est avalée en une bouchée sans laisser de traces.

Il y a aussi une possibilité que le compagnon malheureux du trou noir ne soit pas une étoile à neutrons, mais un petit trou noir, un astre de moins de trois masses solaires. En principe un astre aussi léger devrait être un trou noir, mais la limite est imprécise. L'observation d'une émission électromagnétique lèverait les doutes car la fusion de deux trous noirs ne donne pas de lumière.

*Illustration d'un trou noir se préparant à dévorer une étoile à neutrons.
(Dana Berry/NASA)*



Annihilation stellaire

L'explosion d'une étoile dans une galaxie lointaine a forcé les astronomes à revoir des années de recherche et à se pencher sur une nouvelle sorte de supernova annihilant complètement l'étoile sans laisser de débris. Cet événement que l'on n'avait encore jamais observé pourrait bien marquer la fin des étoiles les plus massives de l'Univers et c'est peut-être ainsi qu'ont fini les toutes premières étoiles.

La supernova en question, SN 2016iet a été vue pour la première fois par le télescope spatial Gaia le 14 novembre 2016. Trois ans d'un suivi avec différents télescopes ont donné des indications sur la distance de l'objet et sa composition. Parmi ces instruments figurent le télescope Gemini North à Maunakea, Hawaii, le MMT du Fred Lawrence Whipple Observatory en Arizona et les télescopes Magellan du Las Campanas Obs. au Chili.

Les données de Gemini ont été les plus profondes, permettant de suivre la supernova pendant 800 jours jusqu'à ce qu'elle diminue cent fois de brillance. Elles n'ont révélé

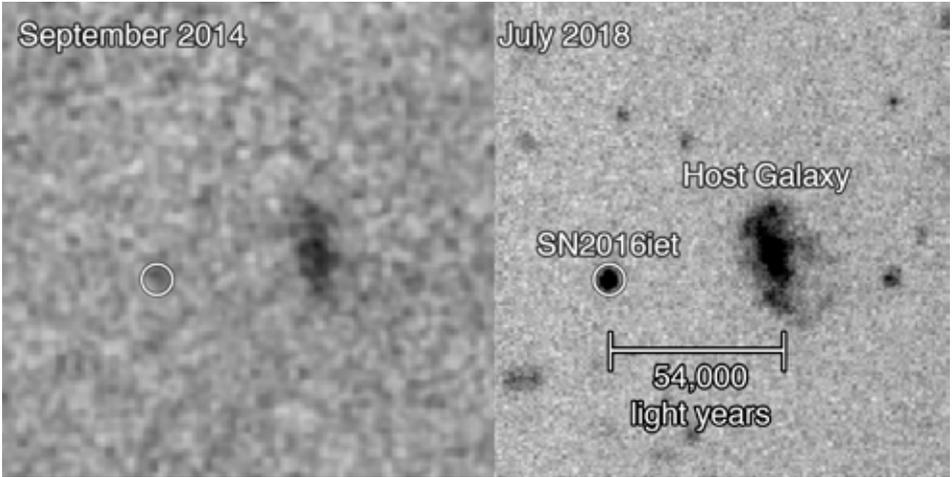
qu'une faible émission d'hydrogène à l'endroit de la supernova ce qui prouve que le progéniteur était dans une zone de faible densité avec très peu d'activité de formation stellaire. Ce n'est pas le genre d'endroit où l'on s'attend à trouver une étoile très massive.

De fait SN 2016iet est inhabituelle sous tous ses aspects : énorme énergie, longue durée, signature chimique, environnement pauvre en métaux.

Les astronomes pensent que l'on a enregistré avec SN 2016iet l'explosion de l'étoile la plus massive jamais observée. Elle a dû commencer sa vie avec une masse de l'ordre de 200 fois celle du Soleil, comme les premières étoiles après le Big Bang. S'ils préservent leur masse, ces monstres finissent leur courte vie – quelques millions d'années – comme supernovæ « par production de paires » (« pair-instability supernovæ), un nom provenant de la formation de paires matière-antimatière lors de l'explosion.

*Vue d'artiste de SN 2016iet.
(Gemini Observatory/NSF/AURA/Joy Pollard)*





SN 2016iet et sa probable galaxie-hôte observées avec le télescope Magellan de 6 m 50. (Las Campanas Observatory)

En règle générale les étoiles massives donnent des supernovæ qui crachent dans le milieu environnant des matériaux riches en éléments lourds tandis que leur cœur s'effondre en une étoile à neutrons ou un trou noir. Les supernovæ à production de paires produisent quant à elles une énorme quantité de rayons gamma qui donnent naissance à des paires de particules et antiparticules, le tout résultant en une formidable explosion qui désintègre toute l'étoile, y compris son noyau.

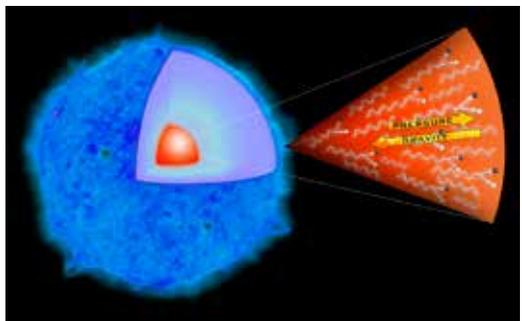
Les modèles prédisent que ces supernovæ ont lieu dans des zones pauvres en métaux comme l'Univers primordial ou les galaxies naines, ce qui semble bien être le cas de SN 2016iet : elle se situe dans une

insignifiante galaxie pauvre en métaux, à un milliard d'années-lumière.

Comment un étoile aussi massive a-t-elle pu se former dans l'isolement total à 54 000 années-lumière du centre de la galaxie naine ? Toutes les étoiles très massives que l'on connaît se trouvent dans des amas denses contenant des milliers d'étoiles. Cet isolement reste donc un mystère.

Le lent déclin de l'étoile peut s'expliquer si le progéniteur a éjecté dans l'espace avant son explosion quelques masses solaires de matière. La collision des débris de l'explosion avec cette matière a pu entretenir la luminosité observée.

Une partie des rayons gamma produits par l'explosion d'une étoile très massive se convertissent en paires de particules et d'antiparticules ce qui fait chuter la pression et entraîne l'effondrement partiel de l'étoile suivi d'une explosion thermonucléaire qui annihile ce qui reste de l'étoile.
(NASA/CXC/M. Weiss)



Abell 0399 et Abell 0401

Les amas de galaxies Abell 0399 et Abell 0401, actuellement séparés de dix millions d'années-lumière, sont en train de se rapprocher et ont déjà commencé à fusionner. Les astronomes ont utilisé le radiotélescope « connecté » LOFAR afin d'étudier les filaments de la toile cosmique qui les relient.

LOFAR est un réseau de radiotélescopes travaillant à basse fréquence et comprenant un total de 25 000 antennes réparties sur 51 sites européens.

Les observations ont mis en évidence une émission synchrotron sur un filament unissant les amas. Cette émission est due à des électrons se déplaçant dans un champ magnétique.

C'est la première fois que l'on observe un champ magnétique unissant deux amas et les chercheurs aimeraient savoir s'il s'agit d'un cas isolé ou assez commun. Ils aimeraient aussi comprendre d'où viennent les électrons.

Des simulations numériques indiquent que des ondes de choc créées par la rencontre des amas ne peuvent rendre compte de l'émission observée. Pour étudier le problème il faudra attendre la prochaine version de LOFAR, SKA, le « Square Kilometer Array » (SKA).

LOFAR (LOW-FREQUENCY ARRAY) est le plus grand radiotélescope « connecté » du monde. On voit ici un ensemble d'antennes près d'Exloo (Pays-Bas). Ces stations se trouvent en majorité aux Pays-Bas, mais il y en a quelques-unes dispersées en Europe. Mentionnons non loin de chez nous celle d'Effelsberg près du grand radiotélescope de 100 mètres. Une autre station se trouve à Birr Castle, siège du « Leviathan de Parsonstown », le fameux télescope de Lord Rosse. (ASTRON)



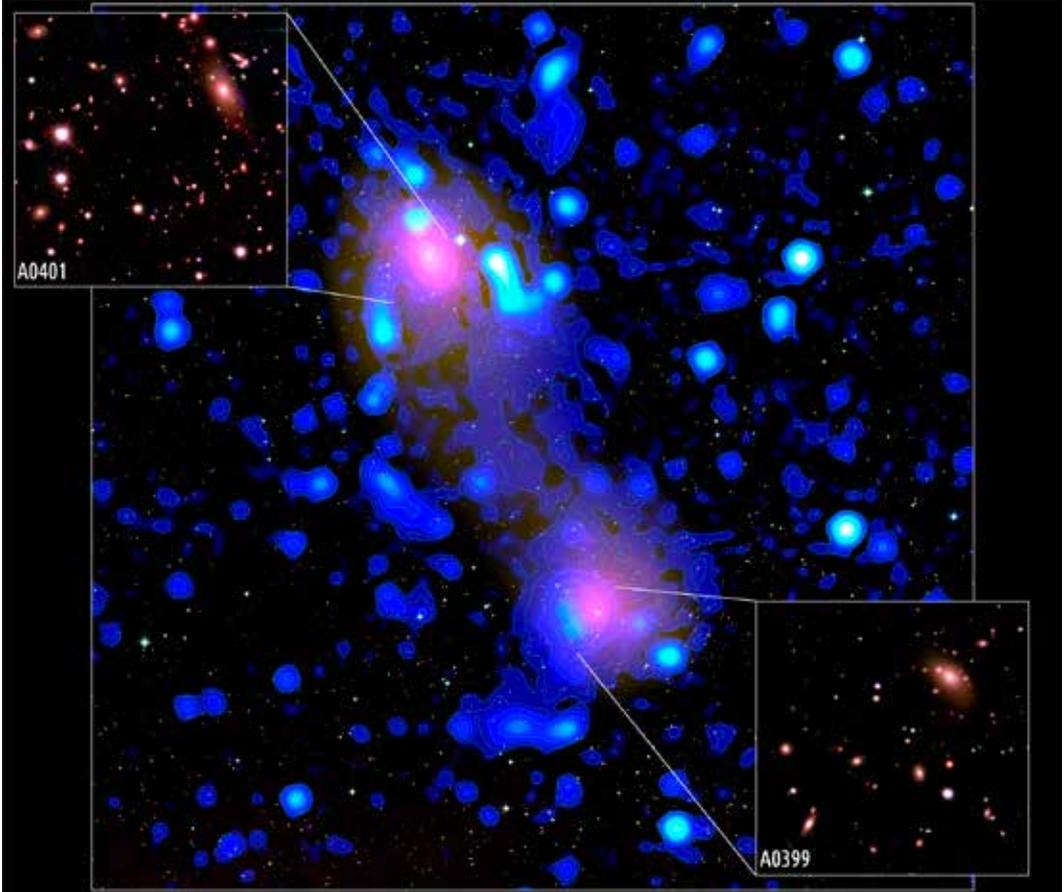
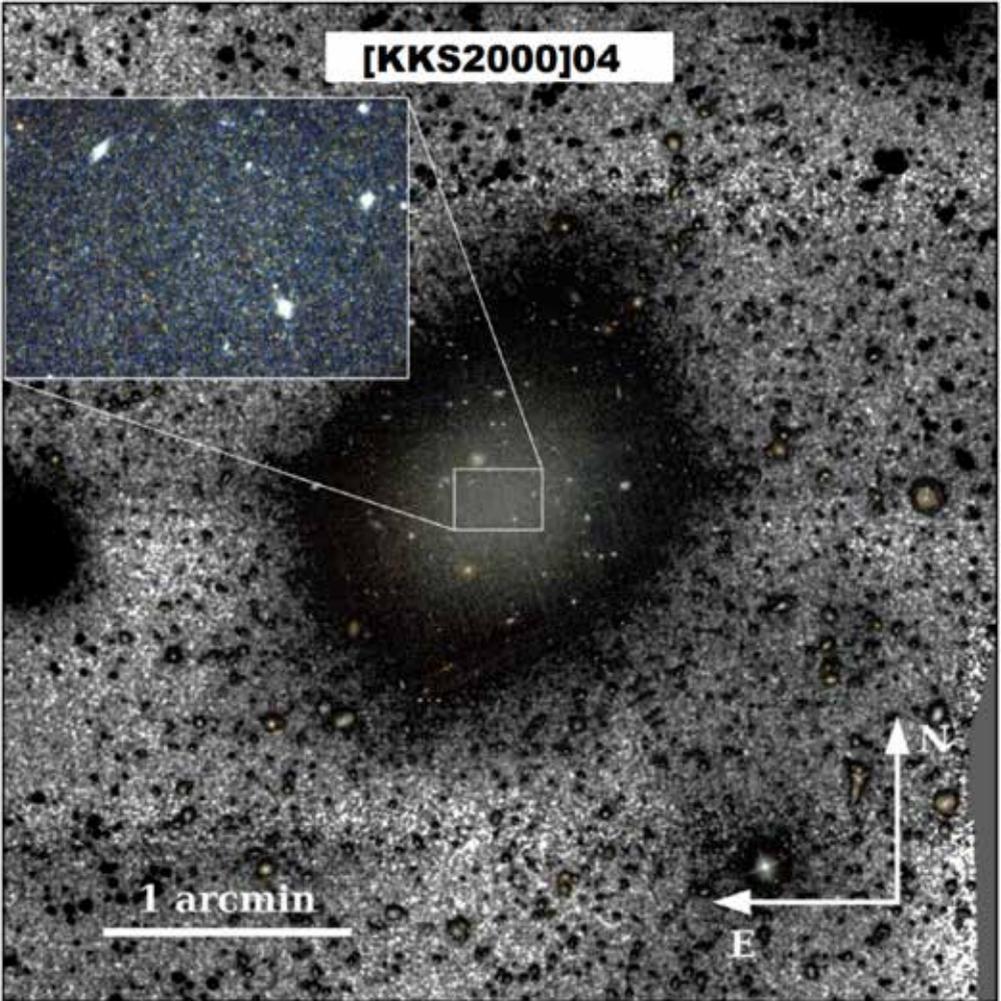


Image composite de la paire d'amas de galaxies Abell 0399 et Abell 0401. Ce système est distant d'environ un milliard d'années-lumière et les deux amas sont séparés de dix millions d'années-lumière (en projection sur le ciel). Le cœur des amas baigne dans un plasma très chaud qui émet en rayons X (en rouge sur l'image). Des observations micro-onde montrent le filament reliant les amas (en jaune). Les ondes radio de basse

fréquence (en bleu) révèlent des sources discrètes associées à des galaxies, ainsi que deux halos diffus au centre des amas. Une crête d'émission radio recouvre le filament micro-onde, signe de la présence d'électrons de haute énergie dans un vaste champ magnétique. (DSS et Pan-STARRS1 (optique), XMM-Newton (rayons X), PLANCK, F. Govoni, M. Murgia, INAF)



NGC1052-DF2

Il est difficile de comprendre comment des galaxies pourraient se former sans l'aide de la matière noire. La masse de celle-ci est essentielle pour permettre l'effondrement d'un nuage et la naissance d'étoiles. C'est pourquoi l'annonce, l'an passé, de la découverte d'une galaxie dépourvue de matière noire avait intrigué les astronomes et fait la une des magazines scientifiques. La masse de la galaxie avait été

La galaxie diffuse [KKS2000]04 (= NGC 1052-DF2) vue par le télescope Gemini North (Hawaii) et le télescope spatial Hubble (détail). On a pensé un moment que cette galaxie était caractérisée par l'absence de matière noire. (IAC, NASA/ESA, Gemini Observatory)



calculée sur base du mouvement d'une dizaine d'amas globulaires et des lois classiques de la gravitation.

Une étude observationnelle détaillée de la galaxie en question [KKS2000]04 (= NGC1052-DF2) a résolu le problème en démontrant qu'elle est tout simplement beaucoup plus proche qu'on ne le pensait.

L'article suggérant l'absence de matière noire donnait une distance de 64 millions d'années-lumière. La valeur révisée n'est que de 42 millions. Cela entraîne une division par deux de l'estimation de la masse totale de la galaxie, mais une division par quatre de la masse sous forme d'étoiles. Une partie substantielle doit

La galaxie diffuse NGC1052-DF2 est si ténue qu'on la qualifie de transparente « see-through ». On voit clairement d'autres galaxies à travers elle. Image prise en 2017 par la caméra « Advanced Camera for Surveys » du télescope Hubble. (NASA, ESA, and P. van Dokkum (Yale University))

donc être cachée, la matière noire. La galaxie redevient ainsi tout à fait normale. Une galaxie voisine, NGC1052-DF4, qui paraissait elle aussi être en manque de matière noire devrait subir la même révision.

Pour arriver à cette nouvelle distance, les astronomes ont utilisé pas moins de cinq techniques différentes.

Gaia vu du sol

Basé sur un communiqué ESO

Le VST de l'ESO aide à déterminer l'orbite de Gaia. Ce satellite de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) scrute le ciel depuis l'orbite terrestre afin de créer la cartographie tridimensionnelle la plus étendue et la plus précise de notre galaxie. L'an passé, la mission Gaia a publié son très attendu second jeu de données listant, avec une précision inégalée, les paramètres – positions, distances et mouvements propres – de plus d'un milliard d'étoiles de la Voie lactée. La publication de ce catalogue a conduit à de nombreuses avancées dans divers champs de l'astronomie relatifs à la structure, l'origine et l'évolution de la Voie lactée, et engendré plus de 1 700 publications scientifiques depuis son lancement en 2013.

Atteindre la précision nécessaire à l'établissement des cartes du ciel de Gaia requiert la détermination précise de



*Le satellite Gaia scrute le ciel depuis l'orbite terrestre afin de créer la cartographie tridimensionnelle la plus étendue et la plus précise de notre galaxie. Sur cette image figure une vue d'artiste du satellite Gaia, sur fond de Voie lactée.
(ESA/ATG medialab ; ESO/S. Brunier)*

*Superposition de clichés acquis par le Télescope de Sondage du VLT (VST) de l'ESO, et montrant les positions successives de Gaia sous l'aspect d'une mince traînée de pointillés.
(ESO)*



la position du satellite depuis la Terre. Ainsi, tandis que Gaia sonde le ciel, acquérant des données pour les besoins de son recensement stellaire, les astronomes surveillent régulièrement sa position au moyen d'un réseau mondial de télescopes optiques, parmi lesquels figure le VST à l'observatoire Paranal de l'ESO. Le VST est à l'heure actuelle le télescope de sondage le plus vaste. Il opère dans le domaine visible et enregistre la position de Gaia toutes les deux nuits.

Les observations de Gaia nécessitent l'adoption d'une procédure particulière, le satellite étant animé d'un mouvement rapide par rapport aux étoiles.

Les données issues de la seconde publication de Gaia ont été utilisées pour identifier chacune des étoiles peuplant le champ de vi-

sion et ont permis de déterminer la position du satellite avec une précision remarquable – voisine de 20 millisecondes d'arc. Il s'agit d'un processus complexe qui utilise les paramètres stellaires déterminés par Gaia pour étalonner la position du satellite et améliorer ses mesures.

Depuis l'observatoire Paranal de l'ESO, le Télescope de Sondage du VLT (VST) scrute le ciel pur qui surplombe le désert de l'Atacama au Chili. Avec un diamètre de 2 m 60, c'est le plus grand télescope de cartographie opérant dans le domaine visible.

(ESO/Y. Beletsky)



Zoo des galaxies

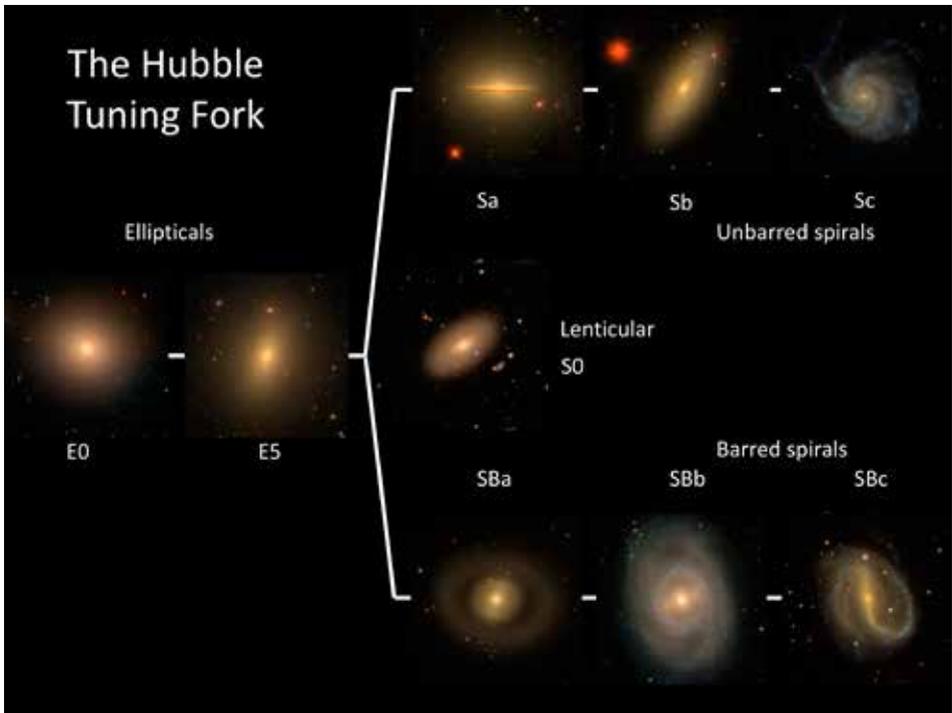
Il y a près d'un siècle, en 1926, Edwin Hubble développait un système de classement des galaxies selon leur morphologie. Bien que très simple, ce système a bien résisté au temps. On lui attribue parfois le sobriquet de diapason ou de fourche (tte) en raison de son apparence particulière. La tige (le manche) contient les galaxies elliptiques et les deux lames (dents) séparent les spirales barrées des spirales simples. Une gradation va des elliptiques les plus rondes (E0) aux plus allongées (E7). Les spirales vont de Sa pour les plus serrées à Sc pour les plus lâches, et de SBa à SBc pour les barrées. Cet enroulement moins fort des bras correspond à un bulbe central relativement moins important.

À la convergence des trois groupes, on trouve les galaxies lenticulaires qui font la jonction entre spirales et elliptiques.

On a cru un moment qu'il existait un ordre chronologique dans ce diagramme, les galaxies évoluant de la gauche vers la droite. La réalité s'est cependant révélée beaucoup plus complexe. Remarquons aussi que toutes les galaxies n'ont pas leur place dans ce schéma : les irrégulières, par exemple, ou les naines.

La relation supposée entre l'enroulement des bras de spirale et la grosseur du bulbe central a été un argument en faveur du modèle des ondes de densité pour expliquer ces bras. Ceux-ci ne seraient pas des structures permanentes, mais des concentrations temporaires du disque galactique provoquées par le passage d'une onde.

*Le diagramme en diapason de Hubble (Tuning Fork) illustré par des images de galaxies proches tirées du Sloan Digital Sky Survey (SDSS).
(Karen Masters, Sloan Digital Sky Survey, CC BY 4.0)*



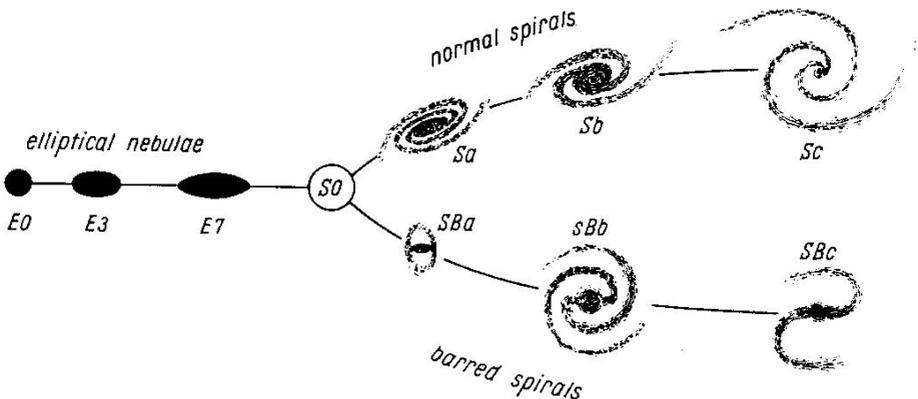
Cette hypothèse a été testée par l'examen soigneux de 6000 galaxies dans le cadre du projet citoyen Galaxy Zoo. Quelle ne fut pas la surprise des astronomes en constatant qu'aucune corrélation n'était trouvée entre la grosseur des bulbes centraux et le fait que les bras spiraux soient serrés ou déliés. Cela

suggère que les bras ne sont peut-être pas toujours le résultat du passage éphémère d'une onde, mais peuvent être des structures réelles composées d'étoiles et de nébuleuses liées par la gravité et tournant ensemble. De récents modèles numériques très sophistiqués vont dans le même sens.



◀ La galaxie M101 (du Moulinet) observée par le télescope spatial Hubble. Les astronomes la classent maintenant comme SAB(rs)cd, selon un schéma plus compliqué que celui de Hubble, et signifiant qu'elle n'est que modérément barrée (AB) et intermédiaire entre celles avec anneau (r) et celles sans anneau (s). Les bras sont plus lâches que pour les c typiques mais pas assez pour justifier le symbole d, d'où la notation cd. (NASA, ESA, CXC, SSC, STScI)

▼ Diagramme diapason original présenté par Hubble en 1936.



NGC 5866

NGC 5866 dans le Dragon est l'un des plus beaux exemples de galaxie vue par la tranche. Située à 44 millions d'années-lumière, elle s'étend sur 60 000 années-lumière. Son orientation particulière masque sa structure dans son plan principal mais on peut malgré tout deviner quelques grandes lignes. Les images ci-jointes montrent la galaxie en infrarouge (Spitzer) et en visible (Hubble).

La bande noire qui souligne l'image Hubble est due à l'absorption par des poussières. Elle apparaît brillante en infrarouge car les poussières sont échauffées par le rayonnement stellaire et ré-émettent cette énergie à de plus grandes longueurs d'onde.

Cette bande de poussières est bien nette, ce qui montre que les nuages sont disposés en

un disque ou un anneau très mince. De telles structures peuvent apparaître après la collision de deux galaxies, mais NGC 5866 ne montre aucune distorsion pouvant témoigner d'un pareil événement.

Si la galaxie était lenticulaire, la poussière ne serait pas étalée aussi uniformément. On pense donc qu'il s'agit d'une galaxie spirale, ce que semble confirmer une analyse précise des couleurs.

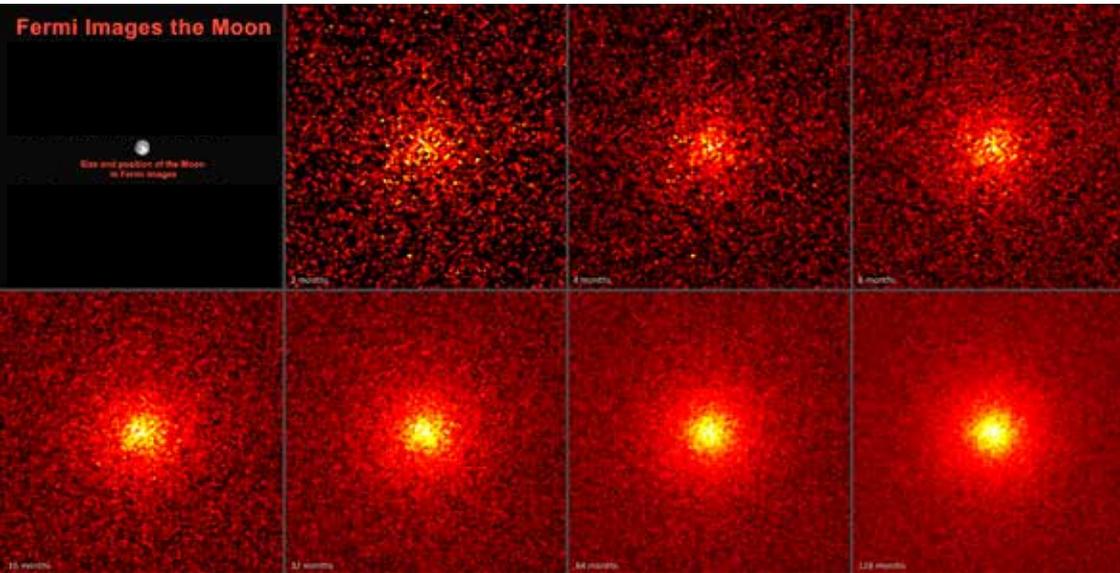
La célèbre galaxie Sombrero, presque vue de profil, aurait sans doute cet aspect si elle était mieux orientée.

*Les couleurs utilisées pour cette image Spitzer de NGC 5866 sont le bleu, le vert et le rouge pour des longueurs d'onde de 3,6, 4,5 et 8 microns, Le halo bleu est dû aux étoiles.
(NASA/JPL-Caltech)*





*NGC 5866 vue par la caméra ACS de Hubble. Son surnom de « galaxie du fuseau » est partagé avec la galaxie NGC3115 dans le Sextant (cf. la photo prise par P. Ponsard, *Le Ciel*, mai 2018, 315).
(NASA, ESA, The Hubble Heritage Team/STScI, AURA, W. Keel/U. Alabama)*



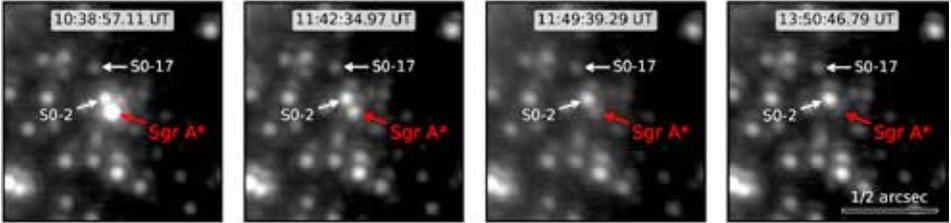
La Lune en rayons gamma

Aux yeux « gamma » du télescope spatial Fermi, la Lune apparaît plus brillante que le Soleil – tout au moins dans un certain domaine d'énergie. Ne disposant pas d'un champ magnétique, la Lune ne peut défléchir les rayons cosmiques venant de tout l'Univers. En interagissant avec la poussière lunaire, le régolithe, les rayons cosmiques produisent des rayons gamma dont une partie s'échappent dans l'espace. Cette émission gamma de notre satellite ne marque donc pas les phases lunaires : dans ce domaine, la Lune est toujours pleine.

Les astronomes ont analysé les données de Fermi aux énergies de 31 millions d'électronvolts et plus dans le but de mieux comprendre non pas la Lune, mais le rayonnement cosmique. Ils ont trouvé que le cycle de 11 ans du Soleil entraîne une variation de 20% de la luminosité gamma de la Lune. Cela est lié aux variations d'intensité du champ magnétique du Soleil qui module le flux de rayons cosmiques arrivant dans le Système solaire et frappant la Lune.

L'image de la Lune en rayons gamma s'est améliorée très progressivement au fur et à mesure que les données du télescope spatial Fermi s'accumulaient. La progression est visible dans cette succession de vignettes de 5 degrés de côté centrées sur la Lune et correspondant à des temps de pose en progression géométrique de raison 2 et allant de 2 à 128 mois (10,7 ans). Les rayons gamma enregistrés ont une énergie de plus de 31 millions d'électronvolts, soit des dizaines de millions de fois celle de la lumière visible (1eV = 1,24 micron). La première vignette montre la taille réelle de la Lune.
(NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration)

Le champ magnétique solaire empêche les rayons cosmiques de faible énergie de pénétrer l'atmosphère solaire ce qui empêche l'émission de rayons gamma comme pour la Lune. Par contre les rayons cosmiques de beaucoup plus grande énergie forcent le bouclier du champ magnétique solaire et le Soleil est plus brillant que notre satellite si on l'observe au-delà d'un milliard d'électronvolts.



Sgr A*

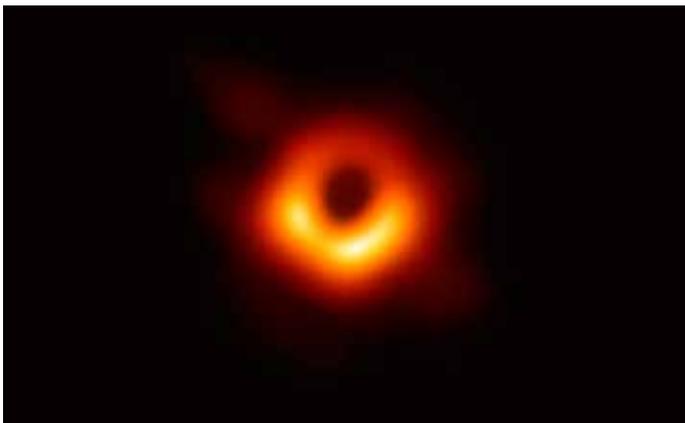
Le trou noir central de la Voie lactée est généralement plutôt calme mais le 13 mai, il a montré une activité inédite, amplifiant son éclat infrarouge d'un facteur 75 pendant quelques heures. C'est deux fois plus que le sursaut le plus intense enregistré en vingt ans d'observations.

Les astronomes travaillant avec un des télescopes Keck ont d'abord cru qu'ils avaient pris l'étoile S0-2 pour le trou noir. S0-2 est l'un des astres qui tournent tout près du trou noir. Après quelques images, ils s'aperçurent que la source variait et ne pouvait être l'étoile. Il s'agissait bien de Sgr A*.

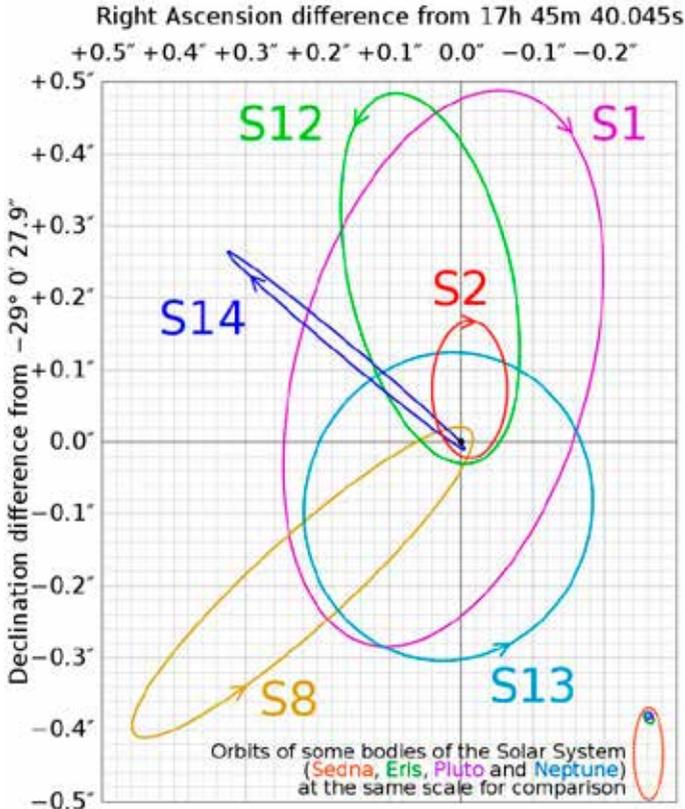
Il est possible qu'un tel éclat soit normal pour le trou noir, simplement dans la queue des statistiques. Auquel cas les modèles doivent être révisés pour rendre compte de cette queue.

Quatre images de Sgr A.
(Do et al, 2019)*

Ou alors quelque chose a perturbé l'environnement habituellement tranquille du trou noir. L'étoile S0-2 mentionnée ci-dessus revient comme candidate. C'est l'une des deux étoiles s'approchant le plus près du trou noir. Elle parcourt son orbite en 16 ans. À la mi-année 2018 elle était au périastre (parfois surnommé périmélasme ou péribothron dans le cas d'un trou noir) à une distance de 17 heures-lumière de SgrA*. Ce passage a pu déranger le flux de matière se déversant dans le trou noir. Cependant, l'étoile est assez petite et l'on conçoit mal qu'elle puisse avoir un tel effet. Les autres étoiles proches sont encore plus petites, et moins susceptibles d'être accrues.



L'ombre du trou noir de M87 vue par l'EHT (Event Horizon Telescope). La prochaine cible de cette collaboration est précisément Sgr. A.
(Event Horizon Telescope Collaboration)*



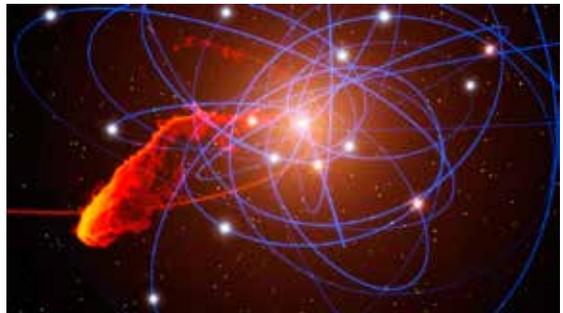
◀ Parmi les étoiles qui tournent près de Sgr A*, la 2 est l'une de celles qui s'en approchent le plus.
 (Cmglee – Own work, CC BY-SA 3.0)

Un autre candidat est le nuage G2 qui s'est approché du centre galactique en 2013 et aurait déclenché une séquence d'événements aboutissant au « flare » observé cette année.

L'opinion actuelle semble privilégier l'hypothèse que l'écart statistique soit à retenir, une simple fluctuation un peu plus grande dans le flux alimentant le trou noir.

Des observations ont été faites dans divers domaines de longueurs d'onde, avec des télescopes comme Spitzer, Chandra, Swift, et ALMA, et pourraient apporter une réponse.

▼ Simulation numérique du nuage G2 à l'approche de Sgr. A*.
 (M. Schartmann et L. Calçada / ESO, Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik)



Une deuxième planète dans le système *Bêta Pictoris*

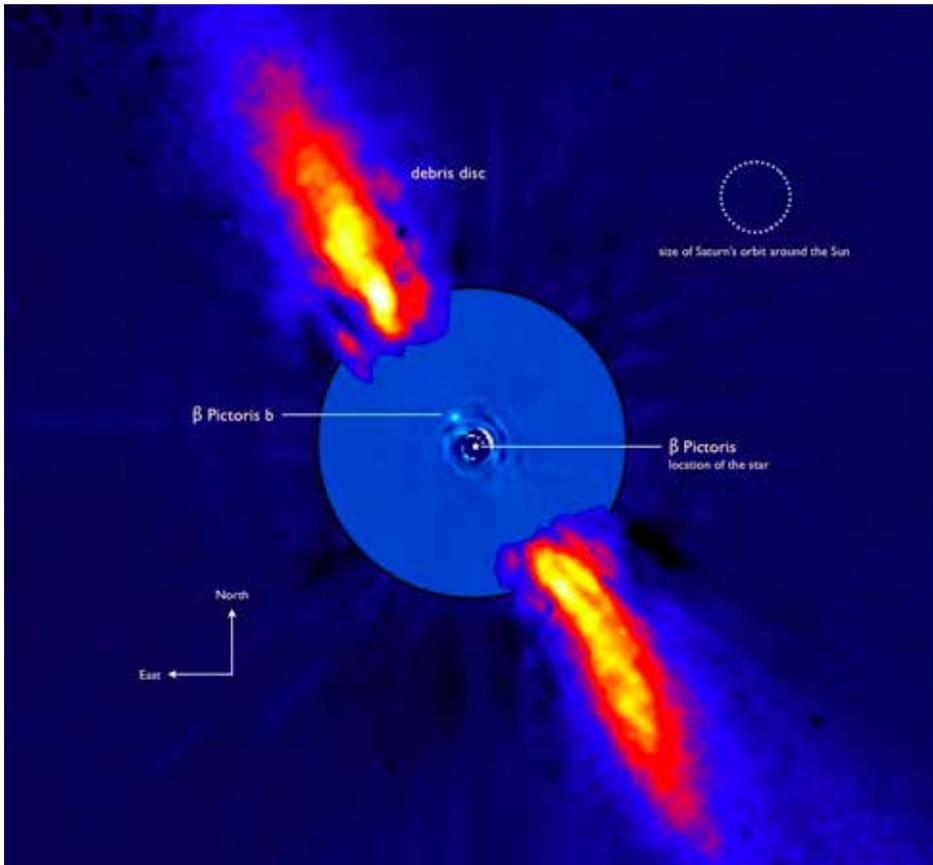
Basé sur un communiqué CNRS

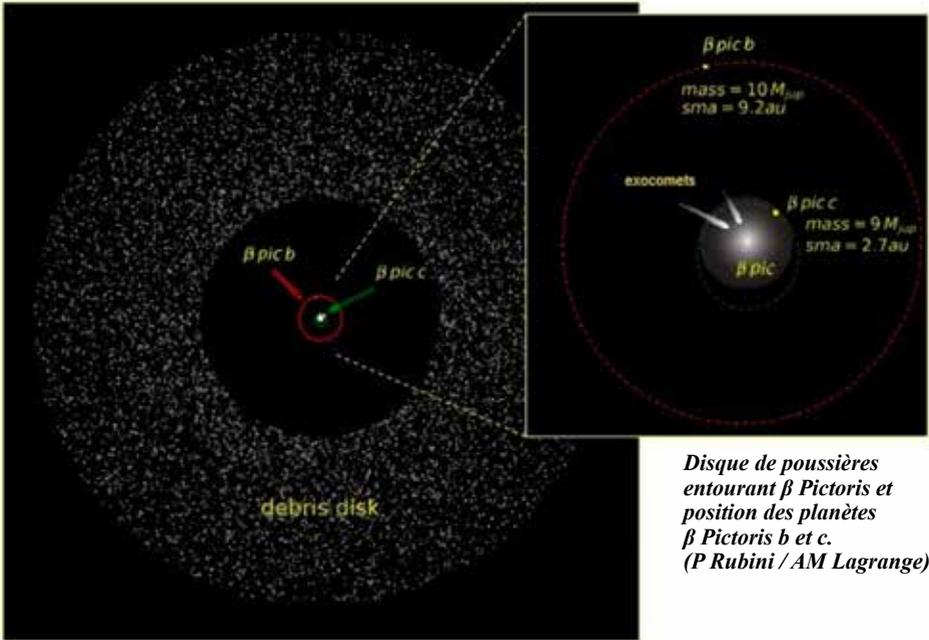
Une seconde planète géante a été découverte auprès de *Bêta Pictoris*, une étoile relativement jeune (23 millions d'années) et proche (63,4 années-lumière) entourée d'un disque de poussières. Le cas *Bêta Pictoris* passionne les astronomes depuis une trentaine d'années car il leur permet d'observer un système planétaire en pleine formation autour de son étoile. Des comètes y ont été découvertes, ainsi qu'une planète gazeuse géante, *Bêta Pictoris b*, détectée par imagerie directe et décrite en 2009.

Cette fois, il a fallu accumuler plus de 10 ans de données de haute précision, obtenues avec l'instrument HARPS à l'observatoire de La Silla de l'ESO au Chili, pour détecter de manière indirecte la présence de *Bêta Pictoris c*.

La méthode utilisée est celle des « vitesses radiales » : planètes et étoiles tournent autour d'un centre de gravité commun, en

On voit sur cette photo composite, prise dans l'infrarouge proche, le système de *Bêta Pictoris*. Le disque de débris est bien visible ainsi que l'exoplanète *Bêta Pictoris b*. En haut à droite, un cercle représente la taille que montrerait l'orbite de Saturne à la même distance. (ESO/A-M. Lagrange et al.)





Disque de poussières entourant β Pictoris et position des planètes β Pictoris b et c.
(P Rubini / AM Lagrange)

général situé à l'intérieur de l'étoile. Ainsi, en présence d'une planète, l'étoile décrit des orbites très petites mais néanmoins décelables par l'effet Doppler : son spectre se décale alternativement vers le bleu et vers le rouge. Bêta Pictoris étant une étoile relativement massive (près de deux fois la masse du Soleil) animée de pulsations, le signal obtenu était extrêmement compliqué et il a d'abord fallu soustraire l'effet de ces pulsations. C'est la première fois qu'une planète est détectée autour d'une telle étoile par cette méthode.

Cette seconde planète géante, qui pèse l'équivalent de 9 fois Jupiter, parcourt son orbite en 1 200 jours environ. Elle est relativement proche de son étoile (à peu près la distance entre le Soleil et la ceinture d'astéroïdes, alors que Bêta Pictoris b est 3,3 fois plus éloignée). Les chercheurs espèrent en apprendre plus sur cette planète grâce aux données du satellite GAIA et au futur ELT (Extremely Large Telescope), en construction au Chili.

Vue d'artiste du système β Pictoris. Au moins deux planètes géantes, âgées de 20 millions d'années tout au plus, orbitent autour de l'étoile (non visible) : β Pictoris c, la plus proche qui vient d'être découverte, et β Pictoris b, plus éloignée. Le disque de poussières et de gaz est visible à l'arrière-plan.
(P Rubini / AM Lagrange)



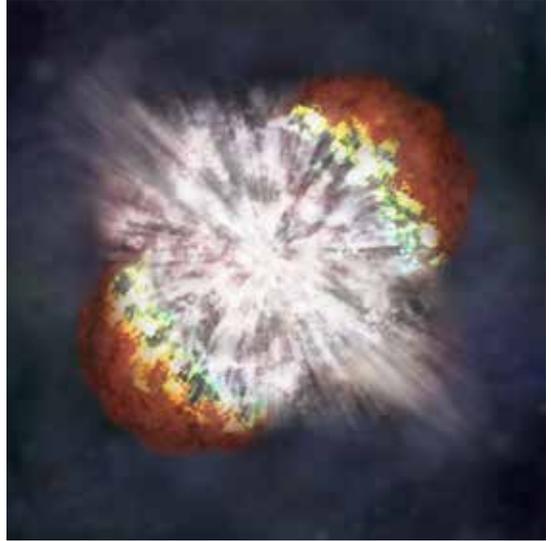
Supernovæ et bipédie

Des sédiments marins datant du Pliocène et contenant du fer 60 témoignent de l'explosion de supernovæ dans notre proche banlieue – quelques dizaines de parsecs. Des astronomes considèrent que cette avalanche de rayons cosmiques a pu être suffisante pour ioniser la basse atmosphère d'un facteur 50. L'abondance d'électrons facilitant les décharges électriques, il devait alors y avoir beaucoup plus d'éclairs. Qui dit beaucoup d'éclairs dit beaucoup de feu de forêts, une hypothèse qui est confirmée par la découverte de dépôts de carbone datant de la même époque. On trouve en effet un peu partout des concentrations de suie et de charbon de bois, signe d'incendies qui ont peut-être réduit les forêts du nord-est de l'Afrique en savanes. Cette modification de l'environnement est une des causes que l'on cite pour l'apparition de la bipédie chez les ancêtres de l'homme sapiens.

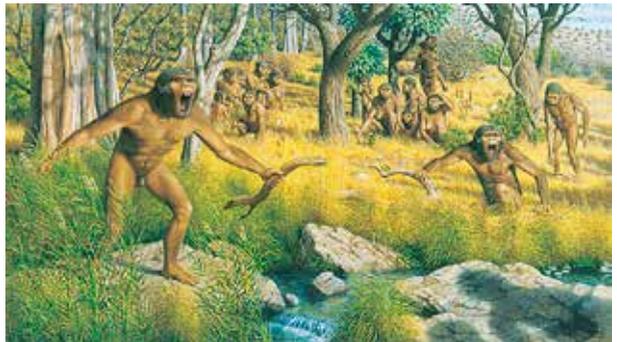
Même s'ils étaient déjà capable de marcher debout, les hominidés étaient surtout arboricoles et passaient le plus clair de leur temps dans les arbres. La raréfaction de ceux-ci les obligea à passer plus de temps à se déplacer d'arbre en arbre, une situation où la station verticale confère d'autres avantages, comme le fait de pouvoir surveiller les alentours par-dessus les herbes.

Des supernovæ récentes auraient ainsi favorisé l'apparition de l'homme actuel, un rôle qui s'ajoute à celui des anciennes supernovæ dans l'élaboration de la diversité des éléments – la poussière d'étoiles – qui a permis le développement de la vie sur Terre.

On ne s'attend pas à de nouvelles explosions de supernovæ près du Soleil. La candidate la plus sérieuse à un tel chambardement est Bételgeuse qui devrait exploser d'ici quelques centaines de milliers d'années. Située à plus de 600 années-lumière elle ne risque pas de faire se dresser une nouvelle race de bipèdes.



Vue d'artiste d'une supernova. De tels événements auraient contribué au développement de la bipédie. (NASA)



Australopithèques (Matheusvieira, wikipedia)