

L'astronomie dans le monde



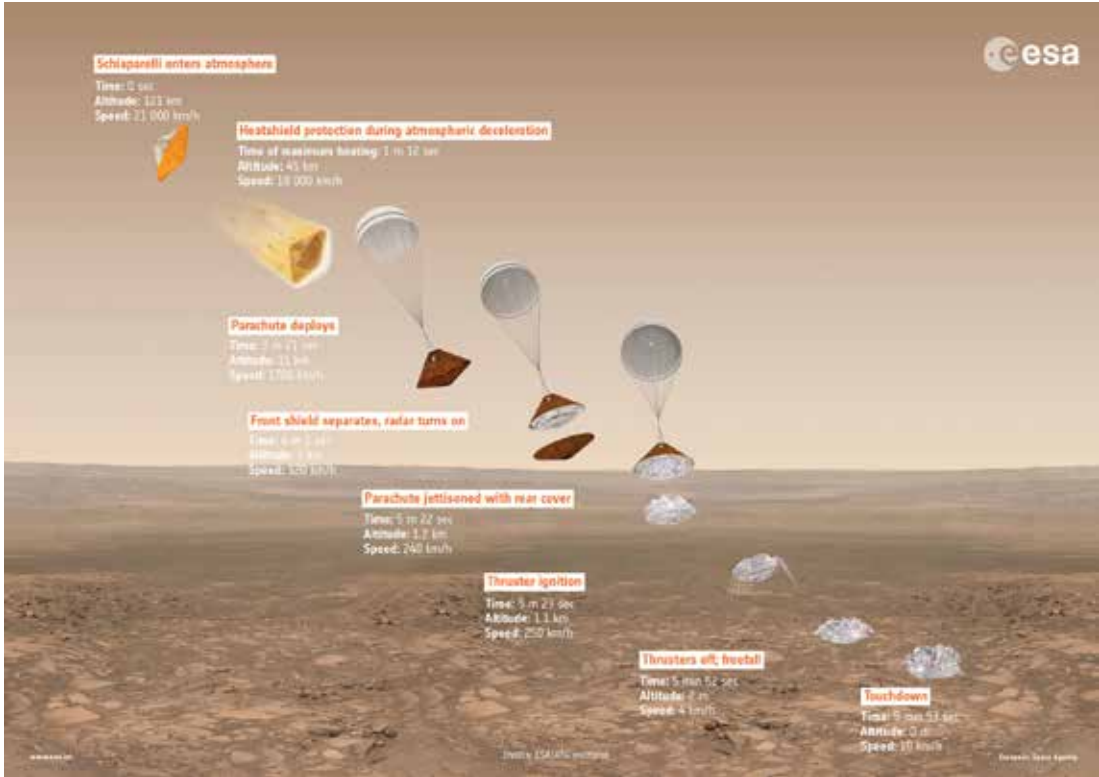
ExoMars

Lancé le 14 mars par une fusée Proton depuis Baïkonour, le premier vaisseau de la mission ExoMars atteindra Mars à la mi-octobre. L'envoi d'un deuxième vaisseau, plus complexe, est prévu pour 2020.

Cette première sonde est composée de deux parties. L'une (Schiaparelli) se posera sur Mars tandis que l'autre (Trace Gas Orbiter, TGO) se mettra en orbite. Le TGO étudiera les gaz de l'atmosphère martienne dans l'espoir de découvrir des signes d'activité biologique. L'atmosphère de Mars est faite principalement de gaz carbonique avec un peu d'azote et d'argon. Ce qui intéresse surtout les spécialistes, ce sont les gaz qui sont ou pourraient être présents à l'état de trace, comme le méthane et l'eau, mais aussi l'ozone, le dioxyde de soufre, etc.

La découverte récente de méthane dans l'atmosphère martienne, et les variations – peut-être saisonnières – de son abondance ont beaucoup intrigué les astronomes. Les rayons solaires détruisent cette molécule et l'on estime que sans nouvel apport, tout le méthane disparaîtrait en quatre siècles. Le TGO pourrait aider à en trouver l'origine. Si les microbes sont les principaux responsables du méthane terrestre, des sources purement géologiques existent et pourraient être les seules en action sur la Planète rouge.

Outre la caméra qui servira à construire des images stéréo de Mars, et les spectromètres destinés à en étudier l'atmosphère, TGO emportera également un détecteur de neutrons qui doit permettre d'estimer la quantité de glace d'eau présente dans les premiers décimètres du sol.



**La descente de Schiaparelli sur Mars.
 (ESA/ATG medialab)**

Schiaparelli doit se séparer du vaisseau-mère le 16 octobre et arriver sur Mars trois jours plus tard. Il abordera l'atmosphère à une altitude d'environ 120 kilomètres et une vitesse de 21 000 kilomètres par heure. Il commencera alors une descente mouvementée qui devra durer moins de six minutes. Le freinage sera tout d'abord assuré par la simple friction de l'air sur le bouclier de protection qui fondra et se vaporisera progressivement sous l'intense chaleur. Une fois arrivé à 11 kilomètres d'altitude, à une vitesse nettement plus raisonnable de 1 700 km/h, un parachute se déploiera. Celui-ci remplira sa fonction jusqu'à ce que la vitesse ait atteint environ 250 km/h. Des rétrofusées prendront alors le relais et devraient amener la sonde à l'arrêt, deux mètres au-dessus du sol. On laissera alors littéralement tomber l'engin. Avec la faible gravité, la vitesse d'impact sera

très faible. Une structure écrasable servira de coussin pour amortir le choc.

Après son atterrissage, le module de descente Schiaparelli ne survivra que quelques jours grâce à ses batteries et il étudiera les conditions atmosphériques locales ainsi que le champ électrique de surface. La brièveté étonnante de sa mission s'explique par le fait que son but principal est de tester le système de descente qui servira dans quelques années à la seconde phase d'ExoMars : un rover qui sera capable de forer et d'analyser des échantillons de sol et qui sera lui-même un test pour une mission ultérieure qui ramènera des échantillons martiens sur Terre.

Philae retrouvé

Moins d'un mois avant la fin de sa mission, Rosetta a révélé que l'atterrisseur Philae était coincé dans une crevasse de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Les images prises le 2 septembre par la caméra à haute résolution OSIRIS lorsque la sonde était à 2,7 kilomètres de la surface de la comète montrent clairement le module et deux de ses trois pieds. Les images attestent de l'orientation malheureuse de Philae et expliquent les difficultés de communication depuis l'atterrissage du 12 novembre 2014.

Les dernières images de Philae furent obtenues lorsqu'il est tombé sur Agilkia, puis a rebondi, volant pendant deux heures avant de terminer sa course sur le petit lobe du noyau, quelque part dans un endroit que l'on appelle maintenant Abydos.

Après trois jours, les batteries de Philae étaient épuisées et le lander passait en mode hibernation. Il s'est réveillé de façon éphémère et a pu communiquer avec Rosetta en juin et juillet 2015 lorsque la comète s'était rappro-

chée du Soleil et que la puissance photovoltaïque disponible était plus grande.

Jusqu'au 2 septembre, cependant, la position exacte de Philae était inconnue. Les données radio donnaient une zone de quelques dizaines de mètres. Un certain nombre de candidats avaient été proposés sur base d'images à faible résolution et, parmi ces candidats figurait le site réel de Philae. L'analyse globale de toutes les informations favorisait largement ce site, mais il manquait une preuve indubitable.

La résolution des nouvelles images est d'environ 5 cm/pixel, ce qui est plus qu'assez pour identifier parfaitement Philae.

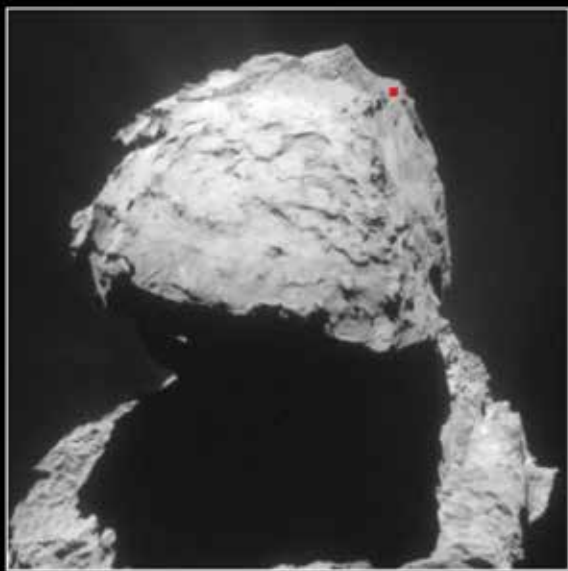
Avec cette localisation, les scientifiques pourront enfin placer dans leur contexte les données acquises par le lander pendant sa brève carrière.

Le 30 septembre, la sonde Rosetta elle-même aura dû effectuer sa descente vers le noyau avant de s'y poser définitivement.

Vue d'artiste de l'atterrissage comme aurait dû l'effectuer Philae. (ESA/ATG medialab)







*Philae vu le 2 septembre par Rosetta d'une distance de 2,7 km.
L'image de droite, en haut, montre la position approximative de
Philae sur le petit lobe de la comète 67P. (ESA/Rosetta/MPS/MPS/
UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA/NavCam)*



La dernière semaine de Rosetta. Après un ultime passage rapproché le 24, une série de manoeuvres envoient la sonde au sol. (ESA)

Page suivante : le site d'impact proposé pour Rosetta. (ESA/Rosetta/NavCam – CC BY-SA IGO 3.0)

On devrait avoir des images de plus en plus fines de la surface, entre autres des puits à ciel ouvert de la région de Ma'at ciblée par Rosetta, et une analyse des gaz et des poussières au voisinage du noyau.

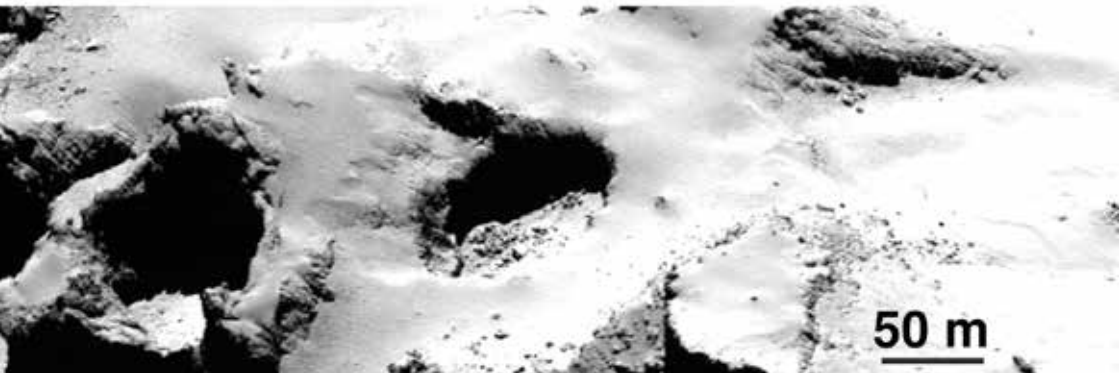
Les puits d'une centaine de mètres de profondeur et d'une cinquantaine de diamètre intriguent les scientifiques qui espèrent en apprendre des informations sur la structure interne de l'astre.

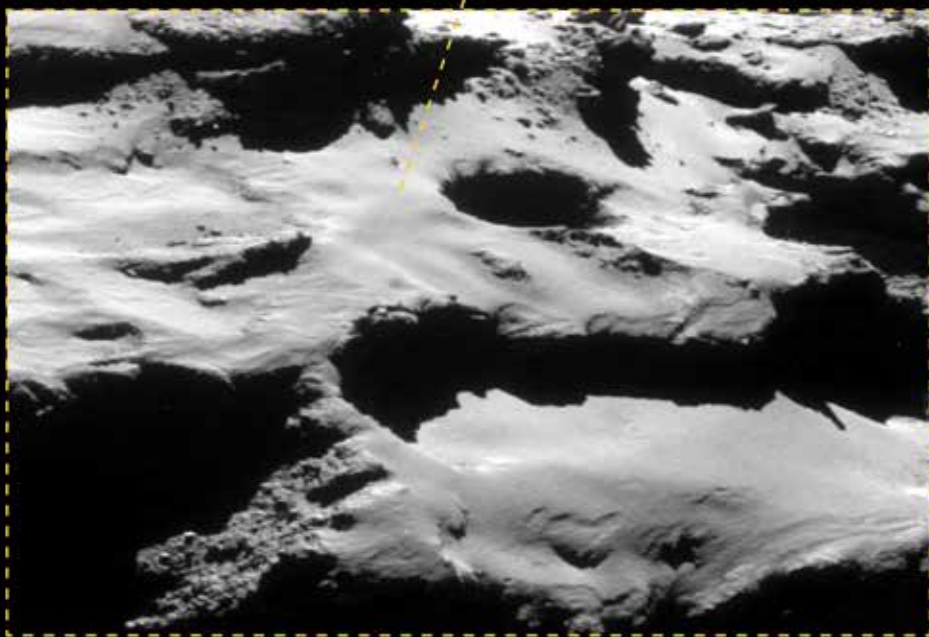
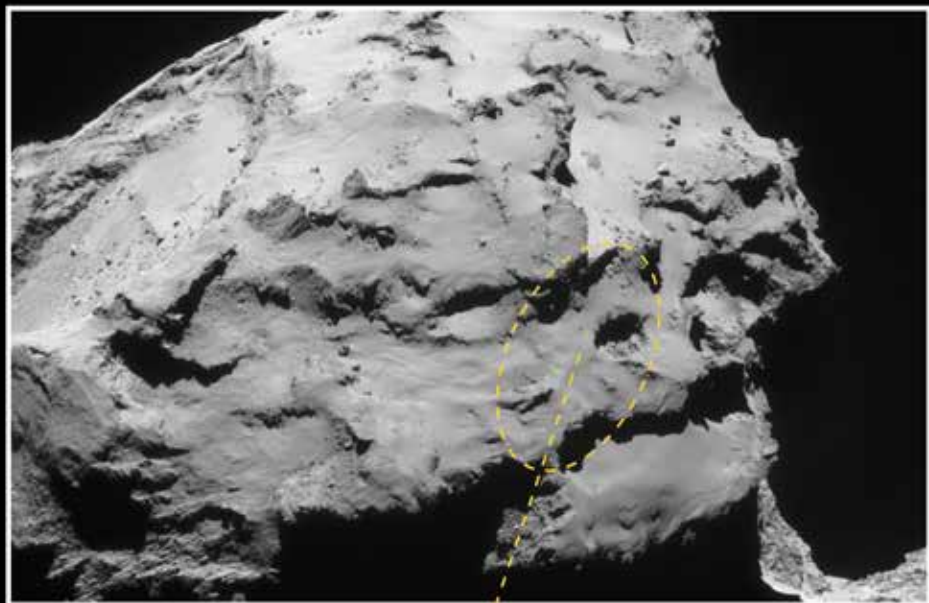
Le site d'impact de Rosetta a été choisi entre les puits 2 et 3 de Ma'at. Image prise d'une altitude de 28 km. (ESA/Rosetta/MPS/OSIRIS/MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA)

Ma'at_01

Ma'at_02

Ma'at_03





Juno

Le vaisseau spatial Juno de la NASA a effectué le 27 août son premier passage orbital près de Jupiter en volant à 4 200 kilomètres seulement au-dessus de la couverture nuageuse. Sa vitesse relative par rapport à la planète était alors de 208 000 km/h. Tous les instruments étaient en parfait ordre de marche.

La mission devrait s'étendre jusqu'en février 2018 et comprendre 35 autres survols à basse altitude.

Les premières vues du pôle nord surprisent les scientifiques. Beaucoup de tempêtes, pas de structure en bande, et une teinte plus bleue que le reste de la planète.



Les régions polaires nord de Jupiter vues par la sonde Juno lors de son premier survol à 700 000 kilomètres d'altitude.

Contrairement aux régions équatoriales qui nous sont familières avec leurs bandes caractéristiques, les pôles sont criblés de tempêtes cycloniques et anticycloniques.

(NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)

Un peu plus tard, une autre vue du pôle nord depuis une distance de 195 000 km.

(NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)



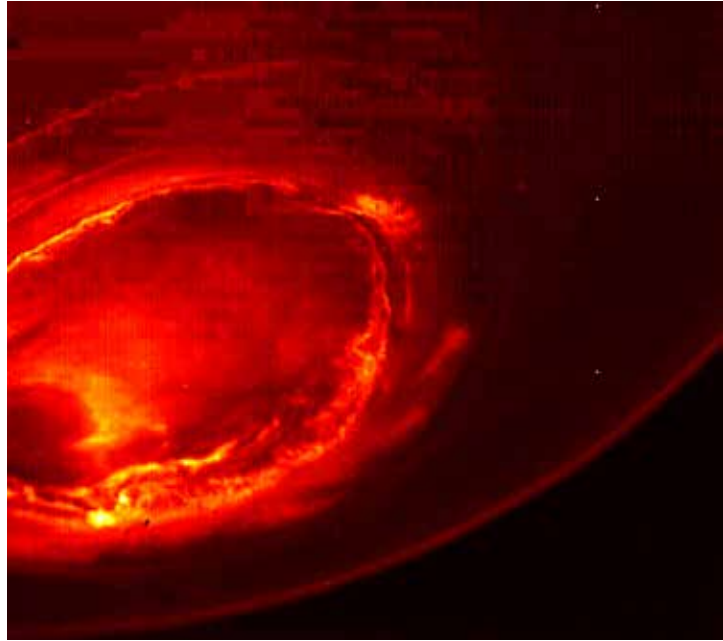


*Vue du pôle sud cette fois, prise depuis une altitude de 94 500 km, une heure après le périastre.
(NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)*

Les ombres portées par les nuages révèlent des différences d'altitude. Aucun des deux pôles ne montre quelque chose d'analogue à l'hexagone du pôle nord de Saturne.

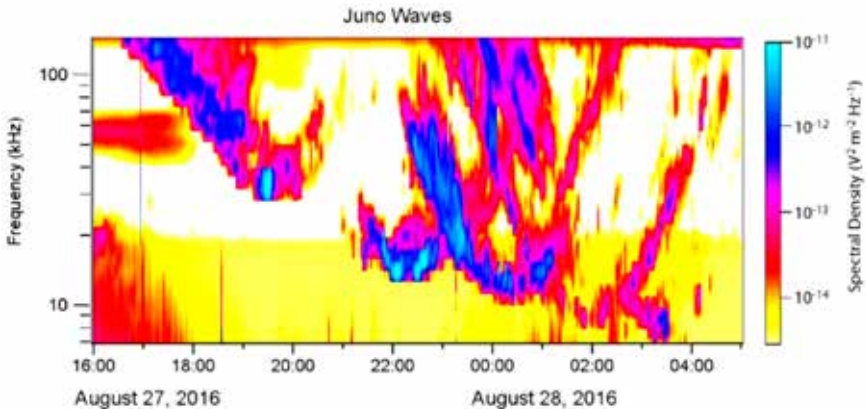
Les images prises en infrarouge par la caméra JIRAM (Jovian Infrared Auroral Mapper) montrent des points chauds et, comme on s'y attendait, l'aurore australe de Jupiter. Rappelons que si l'aurore boréale de cette planète est connue depuis 1979 grâce à Voyager-1 et a été abondamment photographiée et étudiée depuis le sol et l'espace, jamais l'aurore du pôle sud n'avait encore été bien observée. Les images détaillées de JIRAM montrent quantité de détails et nous renseigneront sur sa morphologie et sa dynamique.

Juno ne prend pas que des images. Ainsi le détecteur Waves (Radio/Plasma Wave Experiment) a pu mesurer les émissions des particules énergétiques qui engendrent les aurores et cela devrait aider à comprendre leur origine.



*Vue infrarouge de l'aurore australe de Jupiter.
(NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS)*

13 heures d'émissions aurorales de Jupiter enregistrées par Juno. Elles peuvent être écoutées sur <http://www.nasa.gov/juno>



Proxima du Centaure

Basé sur un communiqué ESO

Au cours du premier semestre 2016, l'étoile la plus proche du Soleil, Proxima du Centaure, a fait l'objet d'observations répétées au moyen du spectrographe HARPS qui équipe le télescope de 3,6 mètres de l'ESO à La Silla au Chili et d'un suivi simultané par d'autres télescopes répartis sur la surface de la Terre. Le but de cette campagne, baptisée Pale Red Dot, était de détecter la très faible oscillation résultant de l'attraction gravitationnelle générée par une éventuelle planète. L'appellation Pale Red Dot fait écho à la dénomination attribuée par Carl Sagan à notre Terre : « pale blue dot ». Proxima du Centaure étant une étoile de type naine rouge, sa planète baigne au sein d'une pâle lueur rouge.

Les tout premiers signes de l'existence d'une planète datent de 2013 mais ils n'étaient guère convaincants. La campagne Pale Red Dot a finalement tranché. À certaines périodes, Proxima du Centaure se déplace en direction de la Terre à une vitesse proche de 5 kilomètres par heure – ce qui équivaut au rythme normal de la marche humaine. À d'autres périodes, Proxima du Centaure s'en éloigne à la même vitesse. Ce schéma régulier de l'évolution des vitesses radiales se répète tous les 11,2 jours. L'analyse minutieuse des faibles décalages Doppler qui en résultent révèle la présence d'une planète dotée d'une masse voisine de 1,3 masse terrestre, et distante de quelque 7 millions de kilomètres de Proxima du Centaure – ce qui ne représente que 5% de la distance Terre-Soleil.

Les naines rouges telles que Proxima du Centaure sont des étoiles actives dont certaines variations peuvent faire croire à la présence d'une planète. Afin d'exclure cette possibilité, l'équipe a attentivement surveillé les variations de luminosité de l'étoile au cours de la campagne, au moyen du télescope ASH2 installé à l'Observatoire des Explorations Célestes de San Pedro de Atacama au Chili et du réseau de télescopes de l'Observatoire de Las Cumbres. Les données de vitesse radiale acquises

lorsque l'étoile s'activait furent exclues de l'analyse finale.

Proxima b est bien plus près de son étoile que Mercure l'est du Soleil. Toutefois, cette étoile est nettement moins brillante que le Soleil. Il en résulte que Proxima b occupe la zone dite habitable et que la température régnant à sa surface permet d'envisager la présence d'eau liquide.

Proxima b décrit une orbite simple autour de son étoile. Toutefois, les conditions régnant à sa surface peuvent être grandement perturbées par les rayonnements ultraviolet et X en provenance de l'étoile – l'intensité de ces rayonnements étant nettement supérieure à celle du rayonnement que la Terre reçoit du Soleil.

La possibilité que ce type de planète renferme de l'eau liquide et abrite la vie telle que nous la connaissons sur Terre fait actuellement l'objet de débats intenses mais principalement théoriques. Les principaux contre-arguments s'appuient sur la très grande proximité de cette planète et de son étoile. L'attraction gravitationnelle qui en résulte restreint probablement l'ensoleillement de la planète à une seule et même face. En outre, l'intensité des rayonnements ultraviolet et X émis par l'étoile, en particulier durant son premier milliard d'années d'existence, contribue sans doute à la lente évaporation de l'atmosphère planétaire, et peut-être aussi à une plus grande complexité chimique. Aucun de ces contre-arguments ne mène toutefois à une conclusion définitive. Seules l'acquisition de données d'observation directe et la caractérisation de l'atmosphère planétaire permettront de trancher. Un raisonnement semblable s'applique aux planètes récemment détectées autour de TRAPPIST-1.

Cette découverte augure d'observations approfondies, tant au moyen des instruments actuels qu'à l'aide de la prochaine génération de télescopes géants tel le télescope géant européen (E-ELT). Proxima b constituera une cible de choix pour la recherche de vie ailleurs dans l'Univers.

Certaines des méthodes utilisées pour étudier l'atmosphère d'une planète reposent sur le transit de la planète devant son étoile,



la lumière de l'étoile traversant alors l'atmosphère planétaire avant d'arriver sur Terre. À l'heure actuelle, rien ne prouve que Proxima b passe devant le disque de son étoile hôte vue depuis la Terre. Les chances qu'un tel événement se produise semblent même particulièrement minces. De nouvelles observations permettant de confirmer ou infirmer cette hypothèse sont toutefois en cours.

Le télescope de 3,6 mètres de l'ESO se profile devant la constellation du Centaure à l'Observatoire de La Silla au Chili. En bas, des images du couple Alpha (α) Centauri AB et de Proxima acquises par le Télescope Spatial Hubble du consortium NASA/ESA. Proxima Centauri est l'étoile la plus proche du Système solaire. Elle est l'hôte de la planète Proxima b, découverte au moyen de l'instrument HARPS qui équipe le télescope de 3,6 mètres de l'ESO. (Y. Beletsky/LCO)/ESO/ESA/NASA/M. Zamani

Expansion de l'Univers

Une nouvelle calibration des étoiles céphéides a permis de préciser l'échelle des distances dans l'Univers et de recalculer le taux d'expansion de celui-ci. Avec 73,2 kilomètres par seconde et par mégaparsec, il serait significativement plus élevé qu'on le pensait.

L'un des meilleurs indicateurs de distance dans l'Univers proche nous est donné par les céphéides. Il y a un siècle, en étudiant des plaques photographiques des Nuages de Magellan, Henrietta Leavitt découvrait que les étoiles de ce type varient selon un rythme dépendant de leur luminosité intrinsèque. Le logarithme de leur période et celui de leur luminosité obéissent à une relation linéaire. Autrement dit une simple estimation de leur

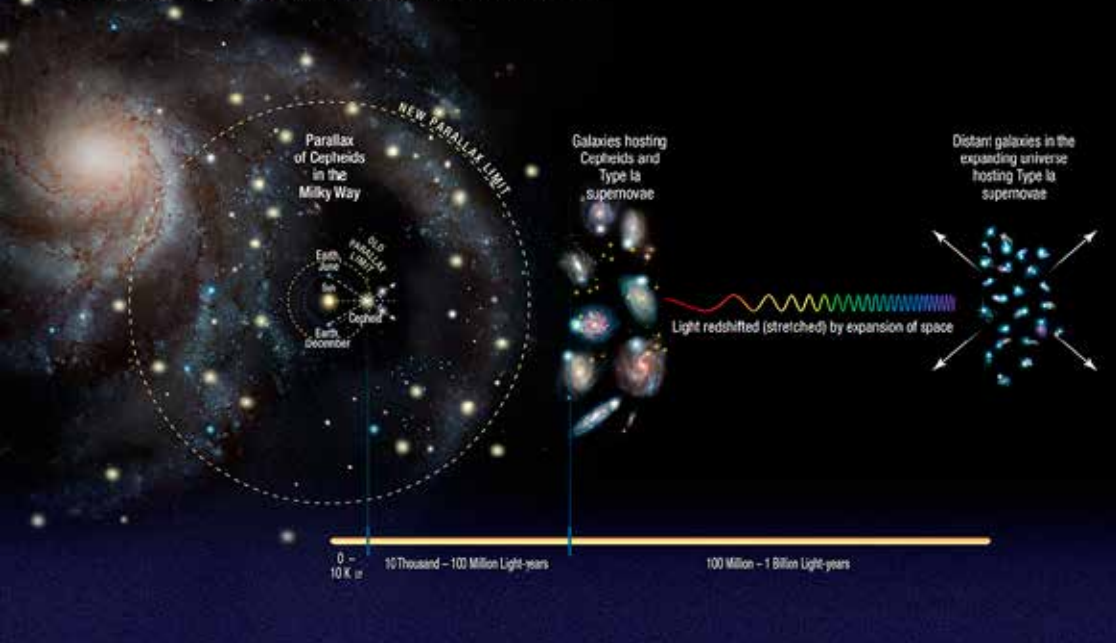
Trois étapes pour la détermination des distances dans l'Univers.

(NASA, ESA, A. Feild/STScI; A. Riess/STScI/JHU)

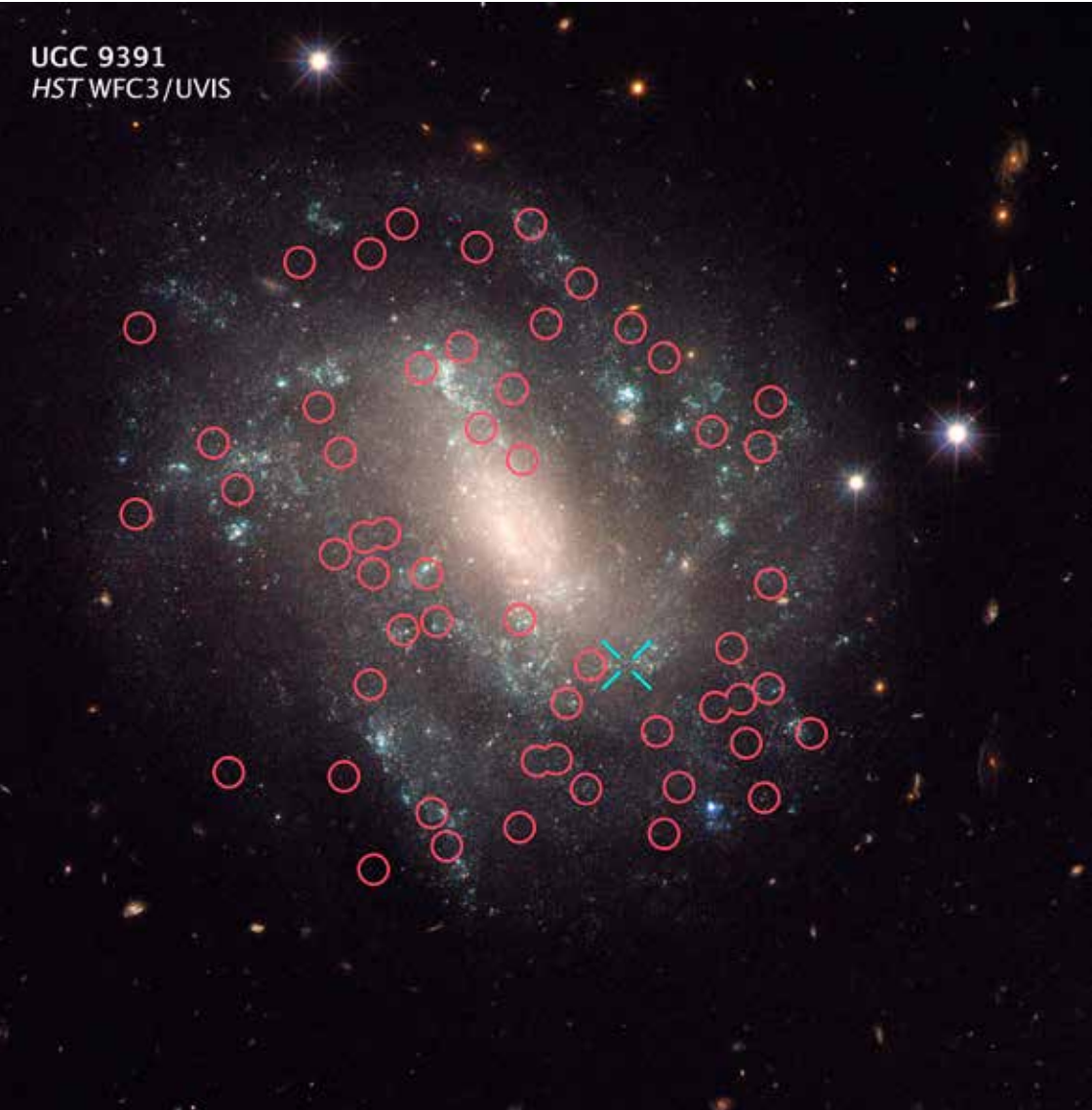
période donne leur magnitude absolue. La magnitude apparente suffit alors à donner la distance. Il faut naturellement fixer un « zéro », c'est-à-dire calibrer le système sinon on ne peut établir que des distances relatives. Pour cela il faut connaître la distance exacte d'au moins une de ces étoiles. La méthode infallible, mais qui ne marche que très près de nous, est la vénérable méthode des parallaxes trigonométriques, utilisée depuis toujours par les géomètres. On vise un objet depuis deux points. Connaissant la base et les angles on déduit la distance de l'objet.

La base doit être bien connue. En astronomie stellaire on prend généralement le diamètre de l'orbite de la Terre en effectuant les mesures à six mois d'intervalle. Le problème, lorsque l'astre visé est très lointain, est que l'angle au sommet du triangle est très petit, une minuscule fraction de seconde d'arc. Les angles de base doivent donc être mesurés avec

Three steps to the Hubble Constant



UGC 9391
HST WFC3/UVIS



La galaxie UGC 9391 contient des céphéides (cercles rouges) et on y a observé une supernova Ia (SN 2003du) marquée par une croix bleue). Ces deux types d'étoiles permettent de calibrer l'échelle des distances de l'Univers et de déterminer ainsi la vitesse d'expansion de l'Univers. UGC 9391 est située à 130 millions d'années-lumière. Les observations utilisées pour créer cette image datent de 2012 et 2013 (NASA, ESA, A. Riess/STScI/JHU)

une extrême précision et l'incertitude devient très grande pour des distances de quelques dizaines de parsecs¹. Les observations du satellite Hipparcos ont permis d'atteindre une précision de l'ordre de la milliseconde, ce qui veut dire qu'à une distance de cent parsecs on aurait une incertitude de dix pour cent et à mille parsecs une incertitude totale². Le télescope spatial Gaia devra bientôt livrer ses premiers résultats et permettre une précision 50 fois meilleure et donc de sonder une grosse partie de la Galaxie. En attendant, les astronomes ont mis au point une technique permettant au télescope spatial Hubble WFC3 d'obtenir des parallaxes très précises.

Une série de céphéïdes de la Voie lactée ont été observées systématiquement ce qui a permis de fixer le zéro de leur calibration. L'observation de céphéïdes de galaxies plus lointaines avec le même instrument donne leur distance avec une grande précision et permet de passer à la calibration des supernovæ Ia explosant dans ces mêmes galaxies. On peut alors utiliser les supernovæ comme étalons pour calculer la distance de galaxies encore plus lointaines.

Toutes ces mesures de céphéïdes et de supernovæ étant effectuées avec le même instrument, on se libère de biais observationnels et c'est ainsi qu'on arrive à déterminer la vitesse d'expansion de l'Univers avec une précision de l'ordre de 2 %.

Le problème est que la nouvelle valeur est incompatible avec les mesures du fond micro-onde cosmique par le télescope spatial Planck. Les variations de température et de polarisation de ce rayonnement émis 380 000 ans après le Big Bang permettent d'en déduire le taux d'expansion à ce moment et de l'extrapoler jusqu'à l'époque actuelle. Ces mesures fournissent une valeur de 67 kilomètres par seconde et par mégaparsec, soit 9 % de moins que la nouvelle valeur et ce, avec une précision

annoncée de 1 %. Les deux valeurs semblent ainsi irréconciliables.

Une autre détermination indépendante vient d'être annoncée, basée cette fois sur le survey BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopic Survey) dans le cadre du SDSS-II (Sloan Digital Sky Survey). La valeur est comme pour Planck d'environ 67 kilomètres par seconde et par mégaparsec et l'erreur annoncée est de 1,5 %. Ce résultat est fourni par l'analyse de la distribution d'1,2 million de galaxies dans un grand volume de l'Univers. Cette répartition des galaxies, en nous renseignant sur les ondes de pression dans les premiers temps de l'Univers, permet de déduire sa vitesse d'expansion.

Comment expliquer deux valeurs aussi différentes ? Les différentes équipes sont chacune très confiantes dans leurs résultats. D'anciennes mesures du fond cosmique réalisées par WMAP donnaient une valeur mieux en accord avec celle des supernovæ. Il en est de même si l'on ne retient que les données de Planck pour des angles relativement grands. Les scientifiques privilégient cependant des explications plus fondamentales aux discordances, mais elles paraissent souvent assez exotiques. Par exemple si l'énergie noire changeait avec le temps, le taux d'expansion aurait pu augmenter jusqu'à l'époque actuelle et l'extrapolation de Planck ne serait pas valable. Il en irait de même s'il existait une espèce non encore découverte de neutrinos.

On ne peut cependant pas exclure totalement que l'une au moins des mesures soit erronée. Ainsi, les scientifiques ont-ils entamé la recalibration des échelles de distance au moyen d'autres étoiles que les céphéïdes : les variables RR Lyrae et les géantes rouges.

Le chemin accompli en quelques décennies est considérable. Rappelons-nous qu'avant le lancement du télescope Hubble, la vitesse d'expansion de l'Univers n'était connue qu'à un facteur deux près et que les partisans des deux valeurs étaient alors aussi convaincus d'avoir raison les uns que les autres.

1 Le rayon de l'orbite terrestre est vu sous un angle d'une seconde à une distance d'un parsec

2 La fourchette pour la parallaxe irait de 0 à 2 millisecondes, ce qui correspond à une distance entre l'infini et 500 parsecs !

Les jupiters chaudes de M67

Basé sur un communiqué ESO

L'amas ouvert Messier 67 contient bien plus de planètes de type jupiter chaude qu'on le croyait.

Pour arriver à ce résultat les astronomes ont collecté depuis plusieurs années des mesures très précises concernant 88 étoiles de M67 en utilisant divers télescopes et instruments, parmi lesquels le spectrographe HARPS à l'Observatoire de La Silla de l'ESO au Chili.

M67 a le même âge que le Soleil, et le Système solaire est probablement issu d'un environnement de densité semblable. Les spectres ont montré la présence d'une jupiter chaude pour trois des étoiles de l'amas. Ces signatures s'ajoutent aux preuves antérieures de l'existence de plusieurs autres planètes.

Une jupiter chaude est une exoplanète géante dont la masse est supérieure au tiers de celle de Jupiter. Elles sont qualifiées de « chaudes » parce qu'elles orbitent à proximité de leurs étoiles hôtes, comme en témoignent leurs périodes orbitales inférieures à dix jours. En ce sens, elles diffèrent notablement de notre Jupiter, dont la révolution autour du Soleil avoisine les 12 années terrestres et dont la température de surface est inférieure à celle de la Terre.

Les nouveaux résultats indiquent que 5% des étoiles de Messier 67 sont entourées de jupiters chaudes alors que ce taux n'est que de 1% pour les étoiles n'appartenant pas à un amas.

Il est hautement improbable que ces géantes exotiques se soient formées là où nous les détectons aujourd'hui, les conditions régnant aussi près de l'étoile

ne favorisant pas la formation de planètes géantes. Il semblerait plutôt qu'elles se soient formées à plus grande distance, comme ce fut probablement le cas de Jupiter, puis qu'elles aient migré vers le centre.

La raison de cette migration pose question. Plusieurs scénarios sont envisageables mais on semble privilégier les interactions gravitationnelles avec des étoiles voisines, voire avec des planètes de systèmes voisins. Dans un amas tel que Messier 67, constitué d'étoiles situées à plus grande proximité qu'à l'accoutumée, de telles rencontres seraient bien plus fréquentes et pourraient expliquer la densité particulièrement élevée de jupiters chaudes.

Image de l'amas ouvert M67 constituée à partir d'images issues du Digitized Sky Survey 2. (ESO/Digitized Sky Survey 2, Davide De Martin)



Titan

Les observations de Titan effectuées en ondes radar par la sonde Cassini révèlent des canyons très profonds remplis d'hydrocarbures liquides. Certains de ces canyons atteignent 570 mètres de profondeur. La température du satellite de Saturne est si basse – en moyenne -179°C – que l'on pouvait penser que le fond de ces vallées était gelé. Les scientifiques ont maintenant mis en évidence un écoulement des canaux vers la mer septentrionale de Ligeia Mare.

Titan devient ainsi le seul astre du Système solaire avec la Terre à subir l'érosion conséquente d'écoulements liquides.

Cassini survolera une dernière fois Titan en avril 2017 et devrait observer à nouveau Ligeia Mare pour tenter de confirmer la nature des « îles magiques ».

Images obtenues par le radar de Cassini et montrant l'évolution des environs de la mer d'hydrocarbure Ligeia Mare sur Titan. Les zones brillantes – surnommées les « îles magiques » – changent avec le temps. Les scientifiques en ont conclu qu'ils s'agit probablement de vagues à la surface de rivières se déversant dans Ligeia Mare.

Cassini a observé des phénomènes semblables à d'autres endroits de Ligeia Mare ainsi que de Kraken Mare, la plus grande des mers de Titan.

*La zone photographiée ici mesure environ 500 kilomètres.
(NASA/JPL-Caltech/ASI)*

