

# L'astronomie dans le monde



*Le passé : La Silla en 1975, lorsque deux grands télescopes étaient encore en construction (en haut, le 3 m 60 et son télescope auxiliaire, à gauche, le télescope danois de 1 m 54).*

## **Cinquantenaire de l'ESO**

*Basé sur un communiqué ESO*

Le 5 octobre, l'Observatoire Européen austral (ESO) célébrait les 50 ans de la signature de son acte de fondation. Au cours de ce demi-siècle, l'ESO est devenu le plus productif des observatoires astronomiques au sol. Ce matin, pour la première fois, des observations avec le très grand télescope (le VLT) de l'ESO ont été faites sur un objet choisi par le public.

Brigitte Bailleul – gagnante du concours organisé à l'occasion de cet anniversaire – a pointé le VLT sur la splendide nébuleuse du Casque de Thor et les observations ont été retransmises en direct sur Internet.

Cette image, réalisée dans les conditions exceptionnelles habituelles de Paranal, est la plus détaillée jamais obtenue de ce magnifique objet.

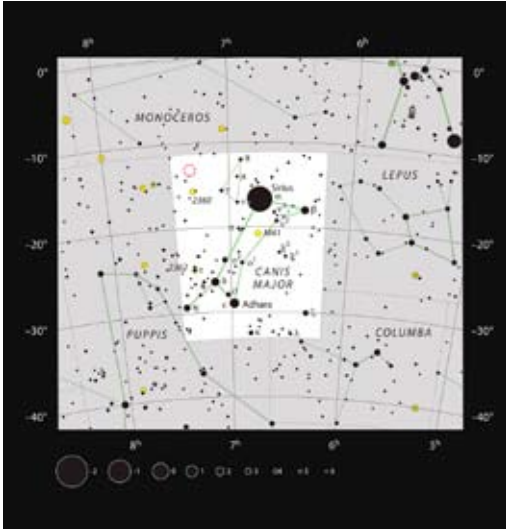
Afin de marquer ce jour anniversaire, l'ESO et ses partenaires ont organisé de nombreuses activités dans les 15 États membres de l'ESO.

La signature de la Convention de l'ESO le 5 octobre 1962 et la fondation de l'ESO ont été l'apogée du rêve des astronomes de cinq pays européens – Belgique, France, Allemagne, Pays-Bas et Suède – qui avaient décidé d'unir leurs forces avec l'objectif premier de construire un grand télescope qui leur permettrait d'accéder au riche et magnifique ciel austral.



*Image du VLT de la nébuleuse du Casque de Thor réalisée à l'occasion du 50<sup>e</sup> anniversaire de l'ESO, le 5 octobre 2012, avec l'aide de Brigitte Bailleul – gagnante du concours « Tweetez votre chemin jusqu'au VLT ». Les observations ont été diffusées en direct sur Internet depuis l'observatoire de Paranal au Chili. Cet objet, également appelé NGC 2359, est une*

*pouponnière stellaire dans la constellation du Grand Chien. La nébuleuse en forme de casque est située à environ 15 000 années-lumière de la Terre et s'étend sur environ 30 années-lumière. Le casque est une bulle cosmique, gonflée par le vent d'une jeune étoile massive à proximité du centre de la bulle qui balaie le nuage moléculaire environnant. (ESO/B. Bailleul)*



Cinquante ans après, le souhait originel des cinq membres fondateurs est devenu une réalité et l'ESO a parfaitement relevé le défi de concevoir, construire et exploiter les équipements d'observation au sol les plus puissants de la planète.

Avec trois sites d'observation exceptionnels de rang mondial au Chili – La Silla, Paranal et Chajnantor — l'ESO est devenu un chef de file pour la communauté de la recherche astronomique.

*La position de la nébuleuse du Casque de Thor est marquée par un cercle à gauche de Sirius (ESO, IAU, Sky & Telescope)*

*Le présent : le VLT à Paranal est actuellement le cheval de bataille de l'ESO*



À Paranal, l'ESO exploite le très grand télescope (VLT), l'observatoire visible et infrarouge le plus avancé au monde qui a été, depuis sa première lumière en 1998, un élément moteur dans une nouvelle ère de découverte. Sur le Plateau de Chajnantor au nord du Chili, l'ESO et ses partenaires internationaux (Amérique du Nord, Asie de l'Est et Chili) sont en train de construire un télescope astronomique révolutionnaire, ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), un grand réseau d'antennes millimétrique et submillimétrique qui permettra de dévoiler les mystères de l'univers froid. ALMA sera composé de 66 antennes de très grandes précisions. La construction d'ALMA sera terminée en 2013, mais des observations scientifiques préliminaires avec un réseau partiel ont commencé en 2011.

L'observatoire original de l'ESO à La Silla est toujours très productif et reste au premier plan de la recherche astronomique. En particulier, l'instrument HARPS sur le téles-

cope de 3,6 mètres est l'instrument chasseur de planètes le plus performant au monde.

Le prochain télescope géant de l'ESO n'est plus qu'à quelques années de voir le jour : l'E-ELT (European Extremely Large Telescope) de 39 mètres de diamètre sera en effet « le plus grand œil tourné vers le ciel ». Sa première lumière est prévue pour le début de la prochaine décennie. Il s'attaquera aux plus grands défis scientifiques de notre temps et révolutionnera très probablement notre perception de l'univers autant que l'a fait la lunette de Galilée, plus de 400 ans auparavant.

Un film documentaire est en cours de distribution pour célébrer l'anniversaire, simultanément avec un livre somptueusement illustré détaillant l'histoire des succès et des défis de l'ESO, « *Un univers stupéfiant* ».

***Le futur : l'observatoire ALMA est en construction. Le voici avec 30 antennes en avril 2012 (ALMA/NRAO/R.E. Hills)***



## **L'unité astronomique**

*Basé sur un communiqué de CNRS*

Lors de son assemblée générale tenue à Pékin, du 20 au 31 août 2012, l'Union astronomique internationale (UAI) a adopté une nouvelle définition de l'unité astronomique, une unité utilisée par les astronomes du monde entier pour exprimer les dimensions du système solaire et de l'univers.

L'unité astronomique (astronomical unit) – abrégée par UA, ua, AU ou au – est approximativement égale à la distance Terre-Soleil. La définition qui était en vigueur jusqu'à présent reposait sur une expression mathématique impliquant la masse du Soleil, la durée du jour et une constante dite de Gauss dont la valeur numérique était fixée conventionnellement. Fondée sur un concept newtonien, son but original était de permettre de donner des distances relatives dans le système solaire à une époque où il n'était pas possible d'estimer des distances absolues en mètres avec une grande précision. Or, l'exactitude des mesures modernes de distances au sein du système solaire a rendu inutile l'utilisation de cette démarche. Par ailleurs, jusqu'ici, sa valeur en mètres était déterminée expérimentalement de sorte qu'elle dépendait des modèles et des observations utilisées, ainsi que du système de référence choisi.

L'astronomie dynamique contemporaine exige de se placer dans le cadre de la relativité générale et d'utiliser un ensemble cohérent d'unités et de constantes. La définition de l'unité astronomique nécessitait donc une révision. C'est chose faite avec la Résolution UAI 2012 B2 qui a été adoptée officiellement le 30 août 2012. L'unité astronomique est désormais définie comme égale à 149 597 870 700 mètres exactement, valeur conventionnelle choisie pour être compatible avec celle du système de constantes astronomiques en vigueur depuis 2009.

Ce changement concerne principalement le domaine de la dynamique de haute précision du système solaire. En effet, bien que l'unité astronomique définisse le parsec, autre unité utilisée par les astronomes pour exprimer les

distances dans l'univers, la différence relative entre les deux définitions (ancienne et nouvelle) ne dépasse pas  $10^{-10}$ . Autrement dit : un dix-milliardième ou 0,00000001 %. Le choix de la valeur numérique de l'unité astronomique a été effectué par les spécialistes afin de garantir la continuité des références. Bien que cette nouvelle définition n'aura pas d'effet significatif, compte tenu des erreurs relatives des distances cosmiques en dehors du système solaire, les astronomes du monde entier disposent maintenant d'une unité parfaitement définie, cohérente avec la relativité générale et directement rattachée au Système international d'unités (SI) via le mètre.

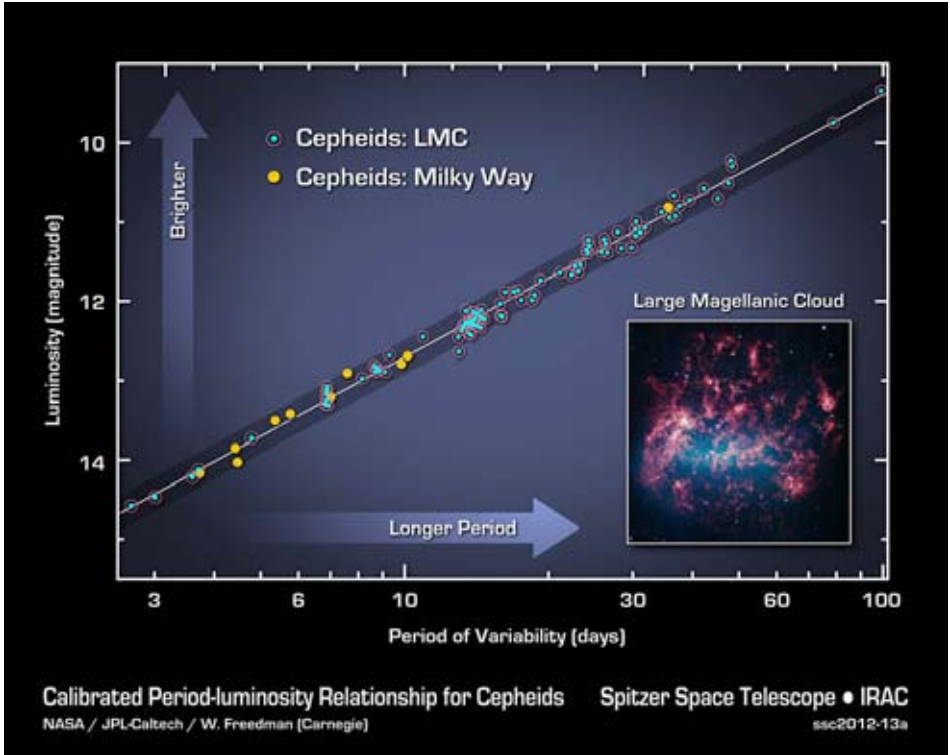
## **Constante de Hubble**

Si l'unité astronomique sert à arpenter le système solaire, c'est l'étalonnage de la distance des Céphéides qui permet d'évaluer celle des galaxies et, in fine, l'échelle, de l'univers, sa vitesse d'expansion et son âge.

Une nouvelle détermination de la vitesse d'expansion de l'univers a été faite à partir d'observations de Céphéides de la Voie lactée et du Grand Nuage réalisées en infrarouge par le télescope spatial Spitzer. La valeur de la constante de Hubble serait la plus précise à ce jour,  $H_0 = 74,3 \pm 2,1$  km/s/Mpc.

Ce résultat signifie qu'en moyenne, deux galaxies distantes l'une de l'autre d'un mégaparsec, s'écartent à la vitesse de 74,3 km par seconde. Sachant qu'un mégaparsec, vaut un million de parsecs, soit  $3,1 \cdot 10^{19}$  km, et qu'une année compte  $3,1 \cdot 10^7$  secondes, on calcule rapidement que toutes les galaxies (à condition de garder une vitesse constante) étaient en un même point il y a 13 milliards d'années, ce qui nous donne une estimation grossière de la date du Big Bang, et donc de l'âge de l'univers.

Les Céphéides sont utilisées pour calibrer les distances depuis un siècle, quand Henrietta Leavitt s'est aperçue de l'existence d'une corrélation entre l'éclat des Céphéides des Nuages de Magellan et la période de leurs variations. Les étoiles d'un Nuage étant à la même distance, la luminosité apparente des étoiles est liée directement à leur luminosité absolue.



**Relation entre la luminosité et la période de variation des étoiles Céphéides déterminée grâce au télescope spatial Spitzer**

Le télescope Spitzer a observé 80 Céphéides du Grand Nuage et 10 de la Voie lactée. L'absence d'extinction par les poussières interstellaires en infrarouge a permis d'obtenir des mesures beaucoup plus précises que depuis le sol.

**Une comète brillante dans un an?**

La comète C/2012 S1 (ISON) a été découverte le 21 septembre sur des images prises avec le télescope de 40 cm de l'International Scientific Optical Network (ISON) en Russie. Sa trajectoire la fera passer à moins de deux millions de kilomètres du Soleil fin novembre 2013. A Noël elle sera à une soixantaine de millions de km de notre planète, ce qui laisse

envisager la possibilité d'un spectacle intéressant en décembre de l'année prochaine. D'aucuns prédisent un éclat extraordinaire qui ferait de cet astre la comète du siècle, voire du millénaire, surpassant allègrement Hale-Bopp, McNaught et autres West, et rivalisant avec la Grande Comète de 1680 (C/1680 V1).

Pourquoi une telle excitation? Les comètes ont la mauvaise habitude de décevoir les attentes et celle-ci pourrait ne pas faire exception. On a vite remarqué que les paramètres orbitaux de cette comète ressemblent étonnamment à ceux de la Grande Comète de 1680 et, selon l'expert John Bortle, cela ne peut être une coïncidence. Ainsi, à l'exception des comètes du groupe de Kreutz, rares sont celles qui ont une distance périhélique aussi petite. On peut raisonnablement penser que les deux comètes sont des fragments d'un même astre qui s'est brisé lors d'un passage antérieur

et qui ont suivi des trajectoires très semblables. La même explication vaut d'ailleurs pour le groupe de Kreutz ainsi que pour les trois autres groupes de « sungrazing comets » identifiés à ce jour Kracht, Marsden et Meyer. C/1680 V1 et C/2012 S1 seraient ainsi les deux seuls membres connus d'une cinquième famille de sungrazers. L'excentricité de l'orbite est très forte ce qui entraîne une période extrêmement longue. Une séparation de quelques siècles entre deux fragments est de ce point de vue quasi négligeable et peut très bien intervenir après une ou quelques révolutions.

Frôler d'aussi près le Soleil est bien évidemment risqué mais, si la comète de 1680 en a réchappé, pourquoi-pas celle-ci qui a elle aussi déjà connu le baptême du feu. En s'approchant du Soleil, le noyau de la comète s'échauffe, les glaces se vaporisent et en s'échappant les gaz expulsent de grandes quantités de poussières, le tout formant la queue qui, dans ce cas pourrait atteindre des dimensions formidables.

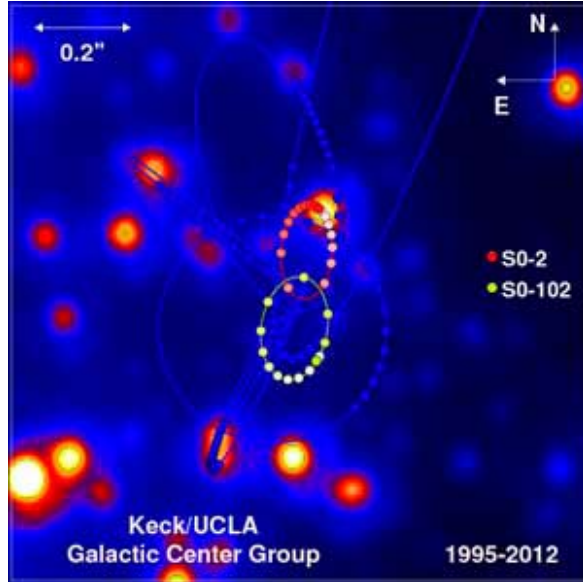
Coincidence, cette fois : il s'en faut de quelques semaines pour que les circonstances du passage de C/2012 S1 soient pratiquement les mêmes que celles de 1680.

En attendant, nous pourrions profiter de la comète C/2011 L4 (PanSTARRS) qui devrait être bien visible à l'œil nu au printemps prochain.

### **Centre de la Voie lactée**

Les astronomes ont trouvé une étoile (S0-102) tournant autour du trou noir central de la Voie lactée en 11 ans et demi. Le précédent record était de 16 ans (S0-2).

La plus courte distance au trou noir (on pourrait dire le péri-trou-noir) de S0-102 est de 200 unités astronomiques. Les théoriciens pensaient trouver beaucoup d'étoiles encore bien plus proches du trou noir mais il semble que celui-ci exerce une influence plus étendue que les quelques unités astronomiques en-deçà desquelles les étoiles sont dénichetées. L'échauffement par effet de marée des étoiles tournant dans le champ du trou noir pourrait les faire enfler et faciliterait leur destruction,



*Cette image montre une zone d'une seconde d'arc autour du centre de la Voie lactée et les trajectoires des deux étoiles qui s'approchent le plus du trou noir supermassif. (Andrea Ghez et al / UCLA / W. M. Keck Telescopes)*

mais cet effet ne se ferait sentir que jusqu'à quelques dizaines d'unités astronomiques, beaucoup trop peu pour expliquer la zone vide d'étoiles.

L'étude précise de la trajectoire de ces objets centraux devrait confirmer (ou infirmer) la théorie de la relativité. Pour cela des moyens plus puissants sont nécessaires afin d'atteindre la précision requise pour détecter la précession des orbites – le même effet qui a permis de vérifier la théorie d'Einstein avec le mouvement de Mercure. Le trou noir fournit la possibilité de la tester dans un environnement de forte gravité.

L'étoile S0-102 est suivie depuis 1994 avec le télescope géant Keck en utilisant initialement la technique dite des speckles puis, à partir de 2004, l'optique adaptative, ceci afin d'éliminer les effets désastreux de la turbulence atmosphérique.

Les astronomes espèrent pouvoir bientôt poursuivre leurs études avec les futurs télescopes EELT (European Extremely Large Telescope) de 42 m et le TMT (Thirty Meter Telescope).

### Cratère Eltanin

Le cratère géant d'Eltanin, est situé dans la Mer de Bellingshausen à 1 500 km au sud-ouest du Chili. Il s'agit du seul cratère identifié à ce jour sous les océans, il a été découvert en 1961. Le cratère de Chicxulub, le plus grand identifié sur notre planète avec un diamètre de 180 km, n'est que partiellement dans le golfe du Mexique et, géologiquement parlant, il se trouve sur le plateau continental américain.

L'impact qui a créé le cratère Eltanin est celui d'un astéroïde il y a deux millions et demi d'années, à la limite entre pliocène et pléistocène. La coïncidence n'a pas été remarquée immédiatement en partie parce que l'impact d'un astéroïde dans l'océan semblait moins désastreux qu'un impact terrestre, mais aussi parce que les dates ne correspondaient pas. L'impact avait eu lieu en plein gélasien, dernière période du pliocène.

Les études récentes des sédiments sur toute la zone du Pacifique sud indiquent qu'il faut reculer la date estimée de l'impact de plus de 300 000 ans, ce qui l'amène au début du gélasien. Entre-temps cette période géologique avait acquis une importance plus grande. Jusqu'en 2009 la limite pliocène-pléistocène était fixée à 1,805 million d'années. Le gélasien a alors officiellement été transféré du pliocène au pléistocène, donnant ainsi la date de 2,588 millions d'années, très proche de la nouvelle estimation pour le cratère d'Eltanin.

L'importance de l'impact avait été sous-estimée. Le diamètre du cratère est actuellement évalué à plus de 130 km au lieu de quelques dizaines initialement. En plus des tsunamis avec des vagues de plusieurs centaines de mètres déferlant sur les côtes de l'Amérique du sud, de l'Océanie, de l'Antarctique, d'énormes quantités de matière ont été expulsées dans l'atmosphère, engendrant peut-être les glaciations du pléistocène.

S'il n'est pas définitivement prouvé, le rôle de tels événements dévastateurs dans les transitions entre périodes géologiques semble s'affirmer. Des astéroïdes de 2 km de diamètre (une taille comparable à celle de l'astéroïde d'Eltanin), tombent sur Terre en moyenne une fois par million d'années, et des astéroïdes deux fois plus petits dix fois plus souvent. Raz de marée, âges glaciaires, toutes ces catastrophes ont participé à façonner l'évolution de la vie sur Terre et celle de l'homme en particulier.

*En A, une modélisation des vagues générées par l'impact d'Eltanin. En B et C, localisation de sites où des sédiments ont été étudiés en relation avec cet événement. (J. Goff et al, J. of Quaternary Science, 27, 660)*

