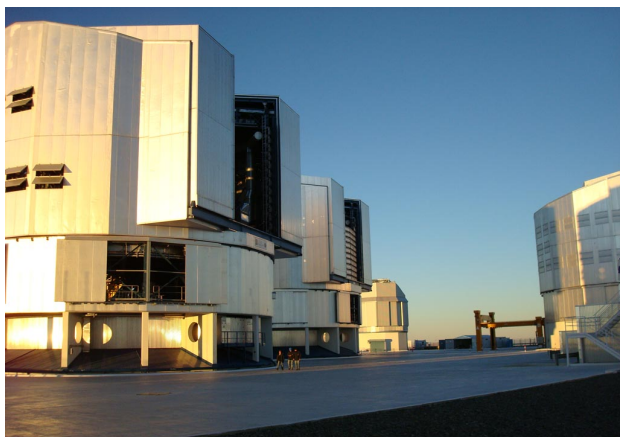


Un jour, un observatoire :

l'observatoire de l'ESO au Paranal (6/8)

Le VLT ou Very Large Telescope est un ensemble de quatre grands télescopes équipés chacun d'un miroir de 8 mètres de diamètre. Ces instruments, installés dans le désert d'Atacama au Chili (au "Cerro Paranal") sont principalement dédiés à l'observation du ciel profond, facilitée par les conditions météorologiques parfaites du site (quelques jours par an seulement où le ciel est un peu nuageux dans un site où le taux d'humidité est l'un des plus bas au monde).



*Les quatre très grands télescopes du Paranal.
Crédit : J.E.Arlot*

Historique

Installé au Chili depuis 1964, l'ESO (European Southern Observatory - Observatoire européen Austral) opère de nombreux télescopes sur deux sites dont celui du Cerro Paranal dans le désert d'Atacama. Ces télescopes sont mis à la disposition des pays fondateurs dont la France. C'est à partir de 1998 que quatre très grands télescopes (VLT - Very Large Telescope) installés au Paranal. Le premier des quatre télescopes a donné sa première lumière en mai 1998, et a été mis à disposition de la communauté astronomique le 1er avril 1999. Les autres télescopes ont suivi en 1999 et 2000, ce qui a rendu le VLT pleinement opérationnel. Quatre télescopes auxiliaires de 1,8 mètres (ATS), installés entre 2004 et 2007, ont été ajoutés pour l'interférométrie VLTI.

Description des instruments

Le Very Large Array Telescope est l'observatoire phare pour l'astronomie au sol, européenne, en ce début du troisième millénaire. Il est alors l'instrument optique le plus avancé au monde, constitué de quatre télescopes unitaires avec des miroirs principaux de 8,2 m de diamètre et de quatre télescopes auxiliaires mobiles. Les télescopes peuvent travailler ensemble, pour former un interféromètre géant, le Very Large Telescope Interferometer (VLTI), permettant aux astronomes de distinguer des détails jusqu'à 25 fois plus fins qu'avec chaque télescope individuellement. Les faisceaux lumineux sont combinés dans le VLTI à l'aide d'un système complexe de miroirs dans des tunnels souterrains où les trajets de lumière doivent être maintenus à égale distance avec une précision inférieure à 1/1000 mm sur une centaine de mètres. Avec ce genre de précision le VLTI peut reconstruire des images avec une résolution angulaire du millième de seconde de degré, ce qui équivaut à distinguer

les deux phares d'une voiture à la distance de la Lune.

Les quatre télescopes "UT" peuvent bien entendu être utilisés individuellement. Avec un tel télescope, on peut obtenir des images d'objets célestes jusqu'à la magnitude 30 avec un temps de pose d'une heure. Cela équivaut à voir les objets qui sont quatre milliards de fois plus faibles que ceux qui sont visibles à l'oeil nu.

Les quatre grands télescopes sont nommés Antu, Kueyen, Melipal et Yepun selon le nom de divinités amérindiennes (ils sont aussi dénommés UT1, UT2, UT3 et UT4).

Les observations pratiquées au Paranal

L'une des observations les plus marquantes réalisée au Paranal est la première image d'une exoplanète. Le VLT a obtenu la toute première image d'une planète hors de notre système solaire ayant 5 fois la masse de Jupiter et orbitant autour d'une étoile particulière - une naine brune - à une distance de 55 fois la distance moyenne Terre-Soleil. La découverte a été faite avec la caméra NACO équipée en optique adaptative sur le VLT Yepun.

L'atmosphère autour d'une exoplanète de type "super-Terre" a été analysée pour la première fois en utilisant le VLT : la planète, désignée GJ 1214b, a été étudiée lors de son passage devant son étoile-mère quand une partie de la lumière de l'étoile a traversé l'atmosphère de la planète. On a pu ainsi déterminer, à partir des spectres réalisés, que l'atmosphère est faite principalement d'eau sous forme soit de vapeur soit de nuages ou d'un brouillard épais.



L'exoplanète 2M1207. Crédit : ESO.

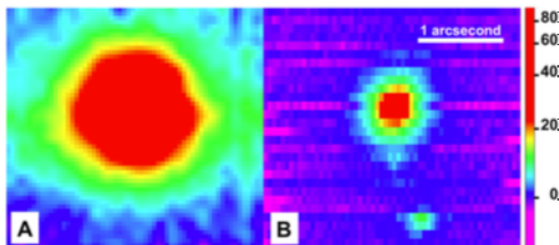
L'IMCCE au Paranal

L'utilisation de ces instruments par les astronomes de l'IMCCE pour observer les astres brillants du système solaire aurait pu paraître sans espoir. Et pourtant, certaines observations très spécifiques, délicates, ou coordonnées avec d'autres laboratoires ont pu se faire dans ce site exceptionnel où des astronomes de l'IMCCE se sont rendus.

On y croise les astronomes locaux, les techniciens et ingénieurs chargés du bon fonctionnement des télescopes, des astronomes visiteurs et par moment, des équipes qui viennent installer de nouveaux instruments.

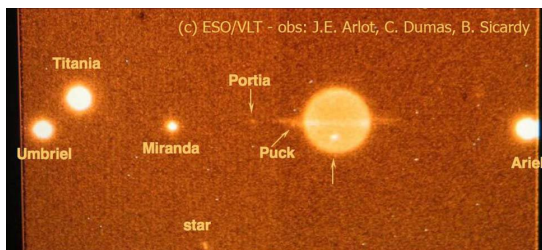
Les astéroïdes

L'un des intérêts majeurs des grands télescopes est la résolution angulaire qu'ils fournissent. Ainsi, si les petits corps du système solaire ressemblent à des étoiles quand ils sont observés avec des petits télescopes, l'utilisation de caméra assistées par optique adaptative sur les grands télescopes (4 mètres et plus) permet de résoudre leur disque apparent, et d'y voir des détails. Depuis le début des années 2000, des membres de l'IMCCE observent régulièrement des astéroïdes et leurs satellites, des satellites de planètes géantes, ou encore leurs anneaux. Ceci afin d'en mesurer les positions relatives pour améliorer la dynamique des systèmes, permettant de mieux comprendre leur structure interne et d'étudier la forme et les propriétés de surface de ces corps.



Le système du transneptunien Haumea: à gauche sans optique adaptative et à droite avec optique adaptative et système LGS laser guide star.. Crédit : ESO.

Ainsi le système de l'asteroïde trans-neptunien Haumea et ses lunes a pu être observé avec l'instrument spectro-imageur SINFONI.



Le système d'Uranus. Crédit : ESO

Le système d'Uranus

Uranus et ses satellites principaux sont facilement observables dans un "petit" télescope (d'un diamètre d'un mètre). En 2007, c'était l'équinoxe sur Uranus et des phénomènes d'occultations et d'éclipses entre les satellites se sont produits. Ces phénomènes rares (dans le cas d'Uranus, ils ne se produisent que tous les 42 ans !) sont susceptibles de nous fournir des informations particulièrement précises sur leurs orbites et il fallait tenter ces observations. Obtenir le VLT pour cela a été justifié par le besoin d'observer en infrarouge afin d'atténuer la brillance de la planète et d'obtenir une observation photométrique de qualité. De plus, des observations des petits satellites intérieurs découverts par la sonde

Voyager étaient aussi possibles justifiant la puissance du télescope.



La "Résidence" accueille les astronomes en mission
Crédit : J.E.Arlot

Aller au Paranal

De nos jours, la plupart des observations sont réalisées sans que le déplacement de l'astronome soit nécessaire : les cibles, les temps de pose sont bien définis, la période d'observation bien prévue et on ne peut gaspiller du temps (très coûteux) à chercher ses objets ou à faire des tests préliminaires avant observation. Seules, des observations plus complexes, ou des décisions au dernier moment, sur des temps de pose incertains pour une photométrie très précise, peuvent rendre nécessaire la présence de l'astronome sur le site. Contrairement au mode service, on parle alors de mode visiteur où l'astronome obtient généralement une ou plusieurs demi-nuits pour réaliser son observation scientifique. Il est vrai que, depuis l'Europe, il faut se rendre à Santiago du Chili, puis remonter au nord du Chili à Antofagasta avant de s'engager dans le désert d'Atacama pour atteindre enfin le site du Cerro Paranal à 2600 mètres d'altitude dans le désert d'Atacama. Un tel site, éloigné des zones habitées, dans un environnement hostile (l'eau doit y être montée en camion citerne) est difficile à entretenir mais la qualité astronomique du site et les résultats obtenus justifient l'installation de cet observatoire en ce lieu.



L'intérieur de la résidence entretient un taux d'humidité plus élevé qu'à l'extérieur grâce à de nombreuses plantations. Crédit : J.E. Arlot

En conclusion

L'ensemble des télescopes du VLT continue de remplir ses missions. Une nouvelle génération d'instruments y est installée qui permettra notamment de caractériser le trou noir super-massif au centre de notre galaxie. Au delà, la relève de cet observatoire sera assurée par l'ELT Extremely large telescope, un télescope de 40 mètres de diamètre, dont la construction doit commencer pour être opérationnel en 2025.

Pour en savoir plus

- Arlot, J.-E.; Dumas, C.; Sicardy, B.: 2008, Observation of an eclipse of U-3 Titania by U-2 Umbriel on December 8, 2007 with ESO-VLT, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 492, Issue 2, 2008, pp.599-602
- Bean, Jacob L.; Miller-Ricci Kempton, Eliza; Homeier, Derek : 2010, A ground-based transmission spectrum of the super-Earth exoplanet GJ 1214b, *Nature*, Volume 468, Issue 7324, pp. 669-672
- Janson, M.; Bergfors, C.; Goto, M.; Brandner, W.; Lafrenière, D. : 2010, Spatially Resolved Spectroscopy of the Exoplanet HR 8799 c, *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 710, Issue 1, pp. L35-L38
- Chauvin, G.; Lagrange, A.-M.; Dumas, C.; Zuckerman, B.; Mouillet, D.; Song, I.; Beuzit, J.-L.; Lowrance, P. : 2004, A giant planet candidate near a young brown dwarf. Direct VLT/NACO observations using IR wavefront sensing, *Astronomy and Astrophysics*, v.425, p.L29-L32
- Dumas, C.; Carry, B.; Hestroffer, D.; Merlin, F.: 2011, High-contrast observations of (136108) Haumea. A crystalline water-ice multiple system, *Astronomy Astrophysics*, Volume 528, id.A105, 6 pp.
- le site web de l'ESO: <http://www.eso.org>

Ce document fait partie de la série "Un jour, un observatoire: ", feuillet de la Newsletter 2016 de l'IMCCE.