



Observatoire
de la CÔTE d'AZUR

DOSSIER DE PRESSE

Passage de Vénus devant le Soleil

5-6 juin 2012

Observatoire de Paris
Petit-déjeuner presse - Mardi 15 mai 2012

PROGRAMME DU PETIT-DÉJEUNER PRESSE 9H30-11H

Accueil presse

Mot de bienvenue

par **Claude Catala**, astronome, Président de l'Observatoire de Paris

Mot d'introduction

par **Farrokh Vakili**, astronome, Directeur de l'Observatoire de la Côte d'Azur

Vénus, atmosphère en transit (1761) et mesure de l'Univers

par **Thomas Widemann**, maître de conférences UVSQ, chercheur au Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique - LESIA, Observatoire de Paris.

Le passage de Vénus

par **Patrick Rocher**, astronome et **Jean-Eudes Arlot**, directeur de recherche CNRS à l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides - IMCCE de Observatoire de Paris

QUESTIONS

2012 : La campagne d'observation internationale *Venus Twilight Experiment*

par **Paolo Tanga**, astronome au Laboratoire Lagrange de l'Observatoire de la Côte d'Azur et **Thomas Widemann**, co-PIs de la mission

QUESTIONS

Demain : quels enjeux scientifiques pour la planétologie comparée ?

L'instrument MATISSE par **Thierry Lanz** (Directeur du laboratoire Lagrange à l'Observatoire de la Côte d'Azur)

L'instrument SPHERE par **Anthony Boccaletti**, astronome au Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique - LESIA de l'Observatoire de Paris.

La mission ECHO par **Vincent Coudé du Foresto**, astronome au Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique - LESIA de l'Observatoire de Paris.

La mission PLATO par **Claude Catala**, PI de la mission

QUESTIONS

Aujourd'hui Vénus (la mission Venus Express)

par **Pierre Drossart**, directeur de recherche CNRS, directeur du Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique - LESIA de l'Observatoire de Paris.

QUESTIONS

Hier : les grandes expéditions et inventions du XVIII^e au XX^e siècle

Quelques dates importantes, du révoluer photographique (Janssen, 1874) à l'invention du coronographe (Lyot, 1930), par **Thomas Widemann**.

QUESTIONS

Présentation des activités prévues le 6 juin 2012

Paris : observations depuis la terrasse supérieure de l'Observatoire de Paris, par **Matthieu Meunier**, président du secteur astronomie de l'association Planète sciences et **Frédéric Meynadier**, ingénieur d'étude UPMC au département Systèmes de Référence Temps-Espace - SYRTE de l'Observatoire de Paris
Sous réserve - un duplex avec les deux co-PIs - dans l'ordre :

- **Paolo Tanga** le 6 juin à 7h15 heure française (depuis Flagstaff, le 5 juin vers 22h15 UTC-7)

- **Thomas Widemann** le 6 juin à 8h15 heure française (depuis Hokkaido, le 6 juin vers 15h15 UTC+9)

Paris, le 15 mai 2012

Recherche

Formation

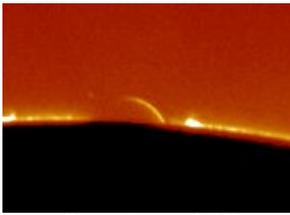
Culture scientifique

Communiqué de presse

5-6 juin 2012

Passage de Vénus devant le Soleil

Un nouvel instrument. Une expédition scientifique française.



Lever d'un croissant de Vénus sur le Soleil lors du passage de 2004.

(© Sylvain et André Rondi, 2004)



Le Soleil est observé quotidiennement sur le site Meudonnais de l'Observatoire de Paris depuis plus de 100 ans. Le 8 juin 2004 était un jour particulier... (© Observatoire de Paris)

Contacts chercheurs

Observatoire de Paris
Thomas Widemann
Maître de conférence UVSQ
LESIA
+33 (0) 1 45 07 77 38
+33 (0) 6 07 43 87 43
thomas.widemann@obspm.fr

Observatoire
de la Côte d'Azur
Paolo Tanga
Astronome adjoint
Laboratoire Lagrange
+33 (0)4 92 00 30 42
Paolo.Tanga@oca.eu

Contacts presse

Observatoire de Paris
Frédérique Auffret
+33 (0) 1 40 51 20 29
+33 (0) 6 22 70 16 44
presse.communication@obspm.fr

Observatoire de la Côte d'Azur
Cyrille Baudouin
+33 (0)4 92 00 19 70
cyrille.baudouin@oca.eu

C'est la dernière occasion du siècle. Le 5-6 juin 2012, la planète Vénus passe devant le Soleil. Un phénomène rare et riche en informations sur l'atmosphère de « l'Étoile du berger ». Les astronomes du monde entier se mobilisent pour l'observer depuis l'Asie, le Pacifique, l'Amérique... Parmi eux, les Français prévoient des observations inédites et se préparent à partir en expédition, dans le sillage d'illustres prédécesseurs tels que James Cook, Cassini de Thury au XVIII^e siècle ou Jules Janssen au XIX^e. Neuf télescopes mobiles, cinq grands observatoires solaires et six satellites sont impliqués. Enjeu : préfigurer la quête des autres mondes, lointains et habitables. Aux origines de cette mobilisation, deux chercheurs de l'Observatoire de Paris et de l'Observatoire de la Côte d'Azur ont conçu spécialement un instrument original - le cythérographe.

L'opportunité est exceptionnelle. Les passages de Vénus devant le soleil n'ont lieu que par paires séparées de huit ans, à plus d'un siècle d'intervalle. Les dernières occurrences se sont produites : en 1761 et 1769, 1874 et 1882, puis le 8 juin 2004. À chaque fois, les équipes de l'Observatoire de Paris et de l'Observatoire de Nice se sont trouvées étroitement associées aux campagnes internationales et aux expéditions maritimes mises en œuvre. Les noms de James Cook (1728-1779), César-François Cassini de Thury (1714-1784), Guillaume Le Gentil de la Galaisière (1725 - 1792), Jules Janssen (1824-1907) ou Henri-Joseph Perrotin (1845-1904) les ont brillamment illustrées. En 2004 encore, le passage de Vénus devant notre étoile a donné lieu à une opération pédagogique sans précédent. Pilotée par l'Institut de mécanique céleste et de calculs des éphémérides de l'Observatoire de Paris, elle a permis de reproduire la mesure de la dimension du Système solaire et a rencontré un véritable succès populaire. Pour la première fois également, des informations originales sur l'atmosphère de Vénus ont été obtenues et ont donné lieu à une collaboration entre deux chercheurs de l'Observatoire de Paris et de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Ceux-ci ont décidé de poursuivre l'aventure scientifique en 2012.

Cette année en effet, Vénus s'apprête à glisser une nouvelle fois devant le disque brillant du Soleil, mardi 6 juin de 0h10 à 6h50 heure légale française. Par conséquent, en métropole, le spectacle sera réduit à la dernière heure du processus, au lever du Soleil. Les territoires et départements d'outremer dans l'océan Pacifique seront aux premières loges. La Nouvelle-Calédonie ainsi qu'en Polynésie, les îles de Tahiti et des archipels Wallis-et-Futuna, Tuamotu ou des Marquises en profiteront pleinement. Attention toutefois à respecter scrupuleusement les précautions d'observation du Soleil (voir l'encadré en fin de communiqué).

Une expédition scientifique sur mesure

Pour cette occasion exceptionnelle, les scientifiques rejoindront les régions du Pacifique, de l'Asie ou d'Amérique. L'objectif est pour eux d'acquérir des données

inédites, jusque-là considérées comme inaccessibles, sur la partie de l'atmosphère vénusienne qui s'étend au-dessus des nuages, à 70 kilomètres du sol. C'est un élément essentiel mais toujours mal connu de la climatologie de Vénus. Cette planète jumelle de la Terre, comparable en taille et en masse, a pour autant évolué très différemment : un effet de serre redoutable entraîne des températures allant jusqu'à 465°C en surface, propres à fondre l'étain et le plomb. La jeunesse apparente de sa surface, la couleur même de ses nuages, demeurent inexplicables.

Pour mener à bien cette mission, une panoplie d'instruments déployés sur Terre et dans l'espace permettra d'étudier simultanément l'atmosphère de Vénus, observée par transparence sur le disque solaire. L'anneau lumineux intense, l'« auréole », qui entoure Vénus au début et à la fin du passage, sera étudié pour la première fois dans différentes longueurs d'onde.

En savoir plus sur les exoplanètes

Au-delà des informations capitales apportées par ces observations coordonnées, les chercheurs auront ici l'opportunité d'acquérir, avec l'atmosphère de Vénus, une référence qui leur servira à l'étude de celle des exoplanètes. En effet, en passant devant le Soleil, l'Etoile du berger simule une planète extrasolaire de taille terrestre, en transit devant son étoile. Les satellites CoRoT du Cnes et Kepler de la Nasa ainsi que les télescopes au sol dont ceux de l'ESO ont déjà détecté plus de 750 de ces exoplanètes¹, tournant autour d'étoiles proches de la nôtre. Mais connaître la distance de la planète à son étoile n'est pas une donnée suffisante pour déterminer si la vie y est possible. Caractériser les atmosphères permet de franchir une autre étape dans la connaissance de ces nouveaux mondes.

Et c'est bien cette étape-là que s'attache à préparer la collaboration mise en place par Thomas Widemann de l'Observatoire de Paris et Paolo Tanga de l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Neuf cythérogaphes

Dans ce but, les deux scientifiques ont mis au point un modèle original de lunettes astronomiques, baptisé cythérogaphes, du nom de Cythère, l'île grecque sanctuaire d'Aphrodite en mer Égée, entre Péloponnèse et Crète. D'un diamètre de 9 centimètres, elles sont produites en neuf exemplaires, pour un coût de 1 400 € l'unité. L'Observatoire de Paris, l'Observatoire de la Côte d'Azur, le CNRS, l'Agence spatiale européenne - ESA et l'université Paris Diderot ont contribué à leur financement.

Les instruments sont conçus sur le principe du coronographe, mis au point par Bernard Lyot en 1930, afin de masquer la lumière éblouissante du Soleil. Ils sont adaptés à la dimension de Vénus et à l'auréole qui se forme à l'approche du passage. Afin de prendre en compte l'effet des brumes de l'atmosphère de Vénus tel que l'a révélé la mission Venus Express de l'Agence spatiale européenne - ESA, chaque instrument fonctionnera dans un intervalle spectral différent. Les cythérogaphes, fabriqués et assemblés à l'Observatoire de la Côte d'Azur, seront mis en station dans des régions bien choisies (Svalbard en Europe, Extrême-Orient, Asie centrale, côte ouest des Etats-Unis et Australie) par des équipes expérimentées, chaque station fonctionnant de manière autonome.

L'expédition scientifique

Equipés de cythérogaphes, les participants à l'expédition *Venus Twilight Experiment* (« expérience du crépuscule sur Vénus »), iront se baser à :

- l'observatoire solaire d'Haleakala, Maui, Hawaii
- l'observatoire Pirka à Nayoro, île d'Hokkaido, Japon

¹ Voir le site <http://exoplanet.eu/> Mis à jour régulièrement, il répertorie toutes les exoplanètes connues et confirmées.

- le lieu-dit Moondara près de Mount-Isa, Nouvelles-Galles du Sud, Australie
- l'Observatoire astronomique Tien Shan, Almaty, Kazakhstan
- l'Observatoire solaire d'Udaipur, Rajasthan, Inde
- une station mobile à Longyearbyen, île de Svalbard, Norvège, océan Arctique
- l'Observatoire Lowell, Flagstaff, Arizona
- une station mobile à Nuku Hiva, îles Marquises
- l'Observatoire Khurel Togout, Oulan-Bator, Mongolie, avec un autre type de lunette

Parallèlement, des études utilisant de grands télescopes existants seront menées depuis les sites des observatoires professionnels de Sacramento Peak (Nouveau-Mexique), Kitt Peak (Arizona), Haleakala (Hawaii), Udaipur (Inde) et Yunnan (Chine). Parmi les techniques de pointe utilisées, la spectro-imagerie de Fabry-Pérot et l'optique adaptative permettront de percevoir des détails de 20 kilomètres dans l'atmosphère de Vénus.

Le dispositif sera complété par les données de cinq satellites en orbite autour de la Terre et de Vénus : Venus Express (ESA), le télescope euro-américain Hubble (ESA/NASA), Hinode (Solar B) de l'Agence spatiale japonaise (JAXA), Picard du Cnes et Solar Dynamics Observatory SDO de la Nasa. Enfin, même la sonde euro-américaine Cassini en orbite autour de Saturne sera mise à contribution. Car, coïncidence des éphémérides, un passage de Vénus devant le Soleil sera également visible... depuis Saturne en décembre 2012.

Nouvelles visées scientifiques

Cette épopée permettra de tester les futures techniques d'analyse de la structure, de la composition et de la dynamique de l'atmosphère d'un tel astre de dimensions comparables à celles de la Terre. Les recherches sur les exoplanètes aboutiront dans un proche futur à la mise en évidence de planètes de taille comparable à celle de Vénus ou de la Terre dans leur zone habitable. Or, ces deux corps sont des planètes sœurs, presque semblables mais ayant évolué différemment. Si Vénus était une exoplanète en transit, que verrions-nous de ses caractéristiques physiques ? De sa composition chimique ? Quelles mesures seraient sujettes à interprétation ? L'objectif est de découvrir la signature spectrale de l'atmosphère de Vénus, et tester la limite de détection de ses constituants atmosphériques qui nous sont déjà connus.

Ces travaux prépareront la mission Exoplanet Characterization Observatory Echo, proposée à l'ESA pour un lancement en 2024. La fusée Soyouz décollera de Guyane et emportera le télescope de 1,26 mètre de diamètre. Le but visé sera de sonder la physique et la chimie des atmosphères d'un échantillon significatif et représentatif d'une centaine d'exoplanètes qui incluront : jupiters chauds, neptunes glacées et super-terres tempérées.

En attendant, les prochains passages de Vénus devant le Soleil se produiront les 11 décembre 2117 et 8 décembre 2125.

Attention

Rappelons au public - et aux enfants - qu'il ne faut jamais regarder le Soleil ni à l'œil nu, ni à travers une paire de jumelles, une lunette ou un télescope. Les lésions sur la rétine sont irrémédiables et instantanées. Il est incontournable d'utiliser des lunettes « à éclipse » récentes, de qualité et certifiées CE.

Collaboration

Les chercheurs français impliqués dans l'expédition pour l'observation du passage de Vénus le 5-6 juin 2012 appartiennent :

- au département LESIA² et à l'IMCCE³ de l'Observatoire de Paris (Thomas Widemann, François Colas, Frédéric Vachier, Jérôme Berthier, Pedro Machado, Sylvain Bouley, Lucie Maquet, Vincent Coudé du Foresto)
- au laboratoire Lagrange⁴ de l'Observatoire de la Côte d'Azur (Paolo Tanga)
- au Télescope Canada-France-Hawaii CFHT (Christian Veillet)

Référence

Sunlight refraction in the mesosphere of Venus during the transit on June 8th 2004, paru en mars 2012 dans la revue *Icarus*.

Télécharger l'article : <http://arxiv.org/abs/1112.3136>

Pour en savoir plus

- *The Venus Twilight Experiment* sur le site de l'Observatoire de la Côte d'Azur : <https://venustex.oca.eu/>
Images ou petits films de l'auréole seront rapidement mis en ligne sur le wiki du site : <https://venustex.oca.eu/foswiki>
- *2012 : le passage de Vénus devant le Soleil* sur le site de l'IMCCE - Observatoire de Paris : <http://www.imcce.fr/vt2012>
- *Histoire des passages : XVII^e, XVIII^e et XIX^e siècles*, avec notamment une animation montrant les observations de Jules Janssen en 1874 au Japon avec son revolver photographique : <http://www.imcce.fr/vt2004/CDs/CD-souvenir-vt2004-v2/observation.html>
- *The Transit of Venus - 5-6 June 2012* sur le site d'Europlanet avec la liste d'interviews réalisées auprès de chercheurs européens, disponible sur demande : <http://www.europlanet-eu.org/outreach/>

Retrouvez ce communiqué et les images d'illustration couleur en haute définition sur :

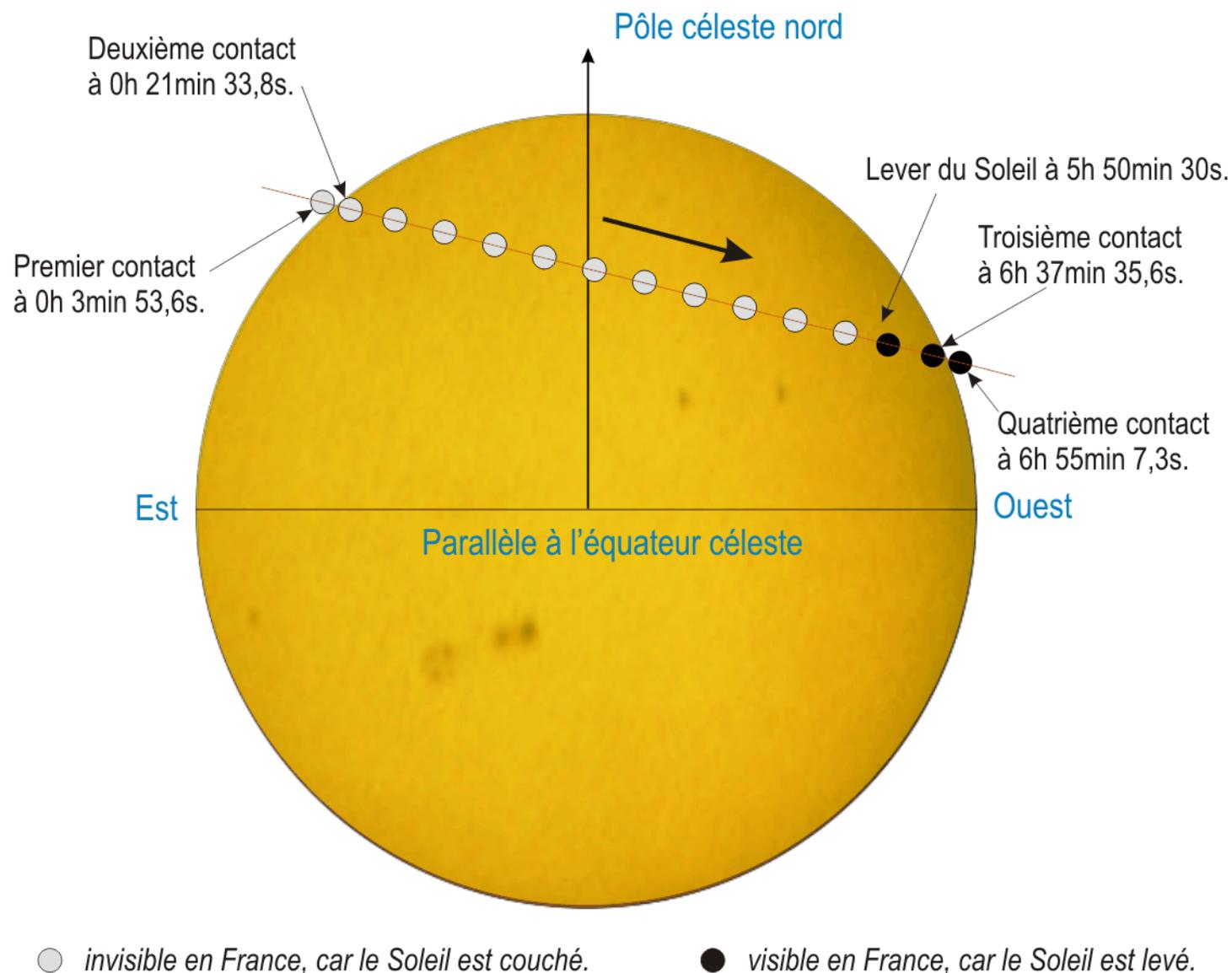
<http://www.grandpublic.obspm.fr> et <https://www.oca.eu/>

² Le Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique LESIA est un département de l'Observatoire de Paris. Il est associé au CNRS, à l'Université Pierre et Marie Curie et à l'Université Paris Diderot.

³ L'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides IMCCE est un institut de l'Observatoire de Paris. Il est associé au CNRS, à l'Université Pierre et Marie Curie et à l'Université Lille 1.

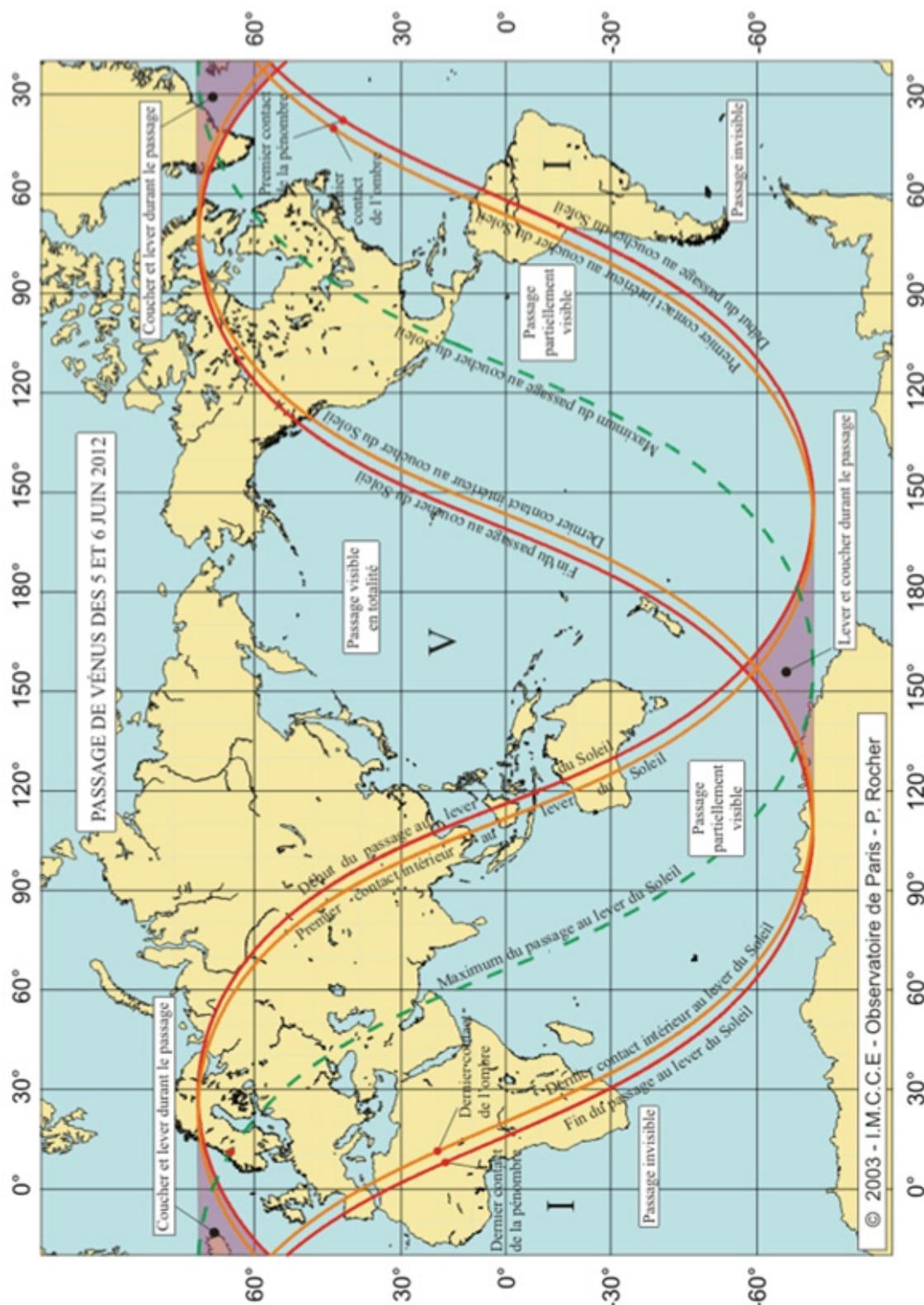
⁴ Le laboratoire Lagrange est une unité mixte de recherche de l'Observatoire de la Côte d'Azur dont les tutelles sont : l'Université de Nice Sophia Antipolis, le CNRS et l'OCA.

Passage de Vénus devant le Soleil le 6 juin 2012, tel que visible à Paris
Les instants sont en temps légal français (soit UTC +2h).



Le tracé est dans le repère céleste équatorial, défini par l'équateur céleste et le pôle céleste nord.
La trajectoire de Vénus est rectiligne uniquement dans ce repère.

ZONE DE VISIBILITÉ



Le passage de Vénus devant le Soleil, le 5-6 juin 2012, sera visible depuis l'océan pacifique, l'Asie et l'Amérique.
(© Patrick Rocher/IMCCE / Observatoire de Paris)



Venus Tex Coronographs

-  **Moondara Obs**
Mount Isa, QLD, Australia L. Fulham, F. Braga-Ribas I (760 nm)
-  **Mees Solar Obs**
Haleakala, HI, USA J. Pasachoff, B. Babcock B (450 nm)
-  **Mobile Station**
Hokkaido, Japan T. Widemann, T. Fukuhara V (535 nm)
-  **Tien Shan Obs**
Kazakhstan F. Colas, F. Vachier B
-  **Lowell Obs**
Lowell Obs, Arizona, USA W. Sheehan, P. Tanga V
-  **Taiohae, Nuku Hiva**
Marquesas Is. C. Veillet R (607 nm)
-  **Udaipur Obs**
A. Ambastha, P. Machado R
-  **Observatoire de Paris**
-  **Obs Côte d'Azur**
-  **Mobile Station**
J. Berthier IMCCE, Paris IMCCE, Paris Lien ESA
-  **Ulaanbaatar Obs**
-  **Huairou Obs**
Costantino Sigmund Huairou Obs

Carte interactive des stations de l'expédition Venus Transit Experiment.
(© Jennifer Perenchio / Observatoire de Paris / Observatoire de la Côte d'Azur / © 2012 NASA, Terrametrics, Google, INEGI, Maplink, Tele Atlas)

LE CYTHÉROGRAPHE



Le cythérographe pour l'observation du passage de Vénus en 2012, d'après un concept d'André et Sylvain Rondi.

(© Paolo Tanga /LAGRANGE/ Observatoire de la Côte d'Azur).

ICONOGRAPHIE

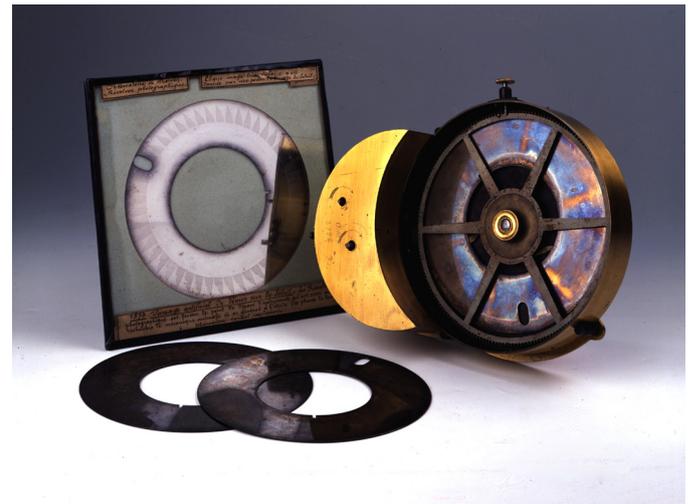
© BIBLIOTHÈQUE DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

JULES JANSSEN

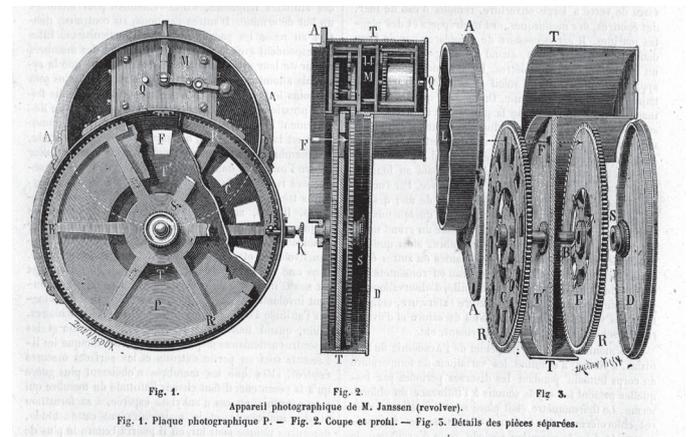


M. JANSSEN, CHEF DE LA MISSION ASTRONOMIQUE FRANÇAISE A YOKOHAMA, d'après une photographie de M. Paul Berthier. — Voir la Revue scientifique.

Portrait de Jules Janssen, chef de la mission astronomique française à Yokoyama, pour observer le passage de Vénus sur le Soleil en 1874



Revolver photographique de Janssen, France (Paris), 1873 - Deschiens, Rédier père et fils



Éclaté du revolver photographique de Janssen

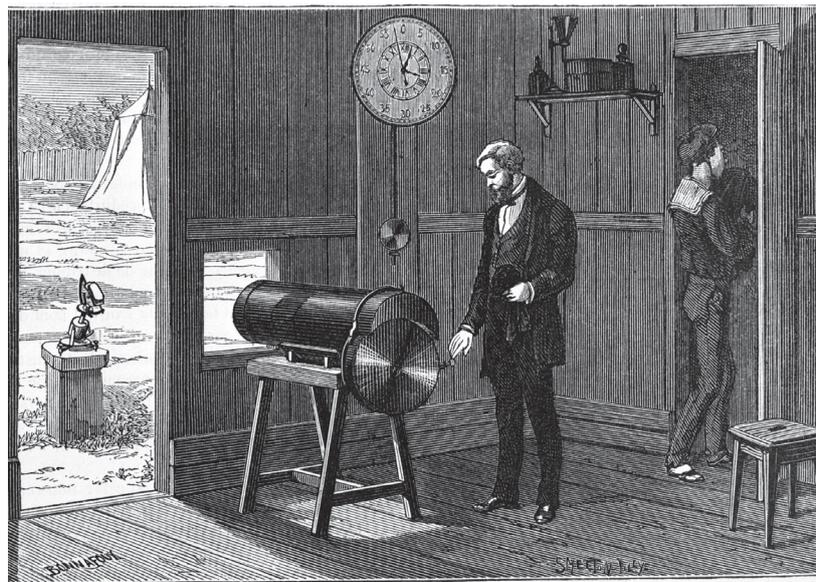
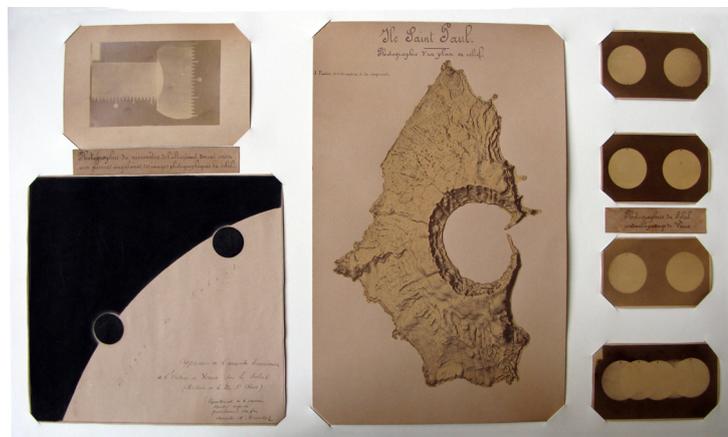
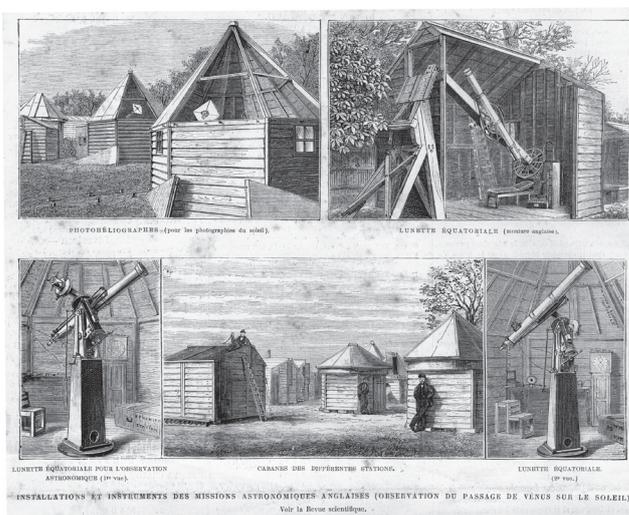


Fig. 5. — Revolver photographique de M. Janssen. — Vue de l'appareil en fonctionnement pendant le passage de Vénus.

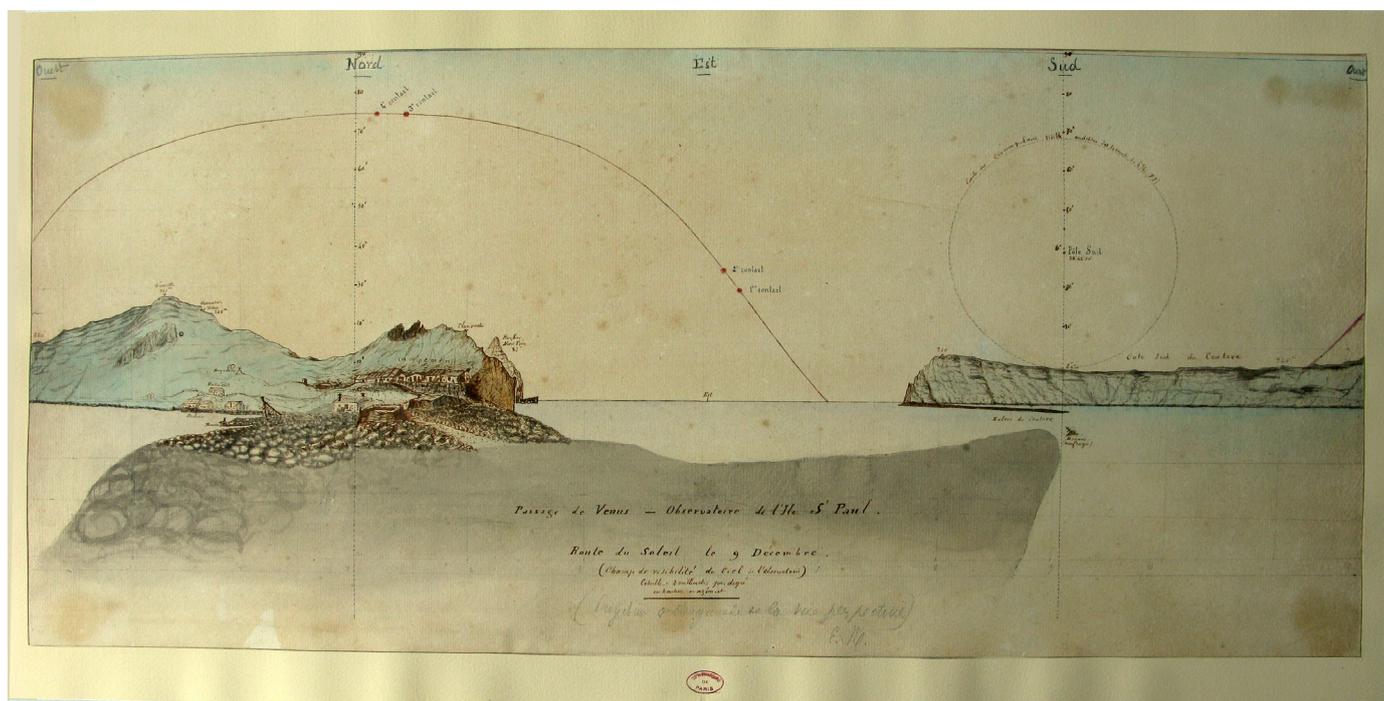
Revolver photographique de Janssen : vue de l'appareil en fonctionnement pendant le passage de Vénus sur le Soleil en 1874



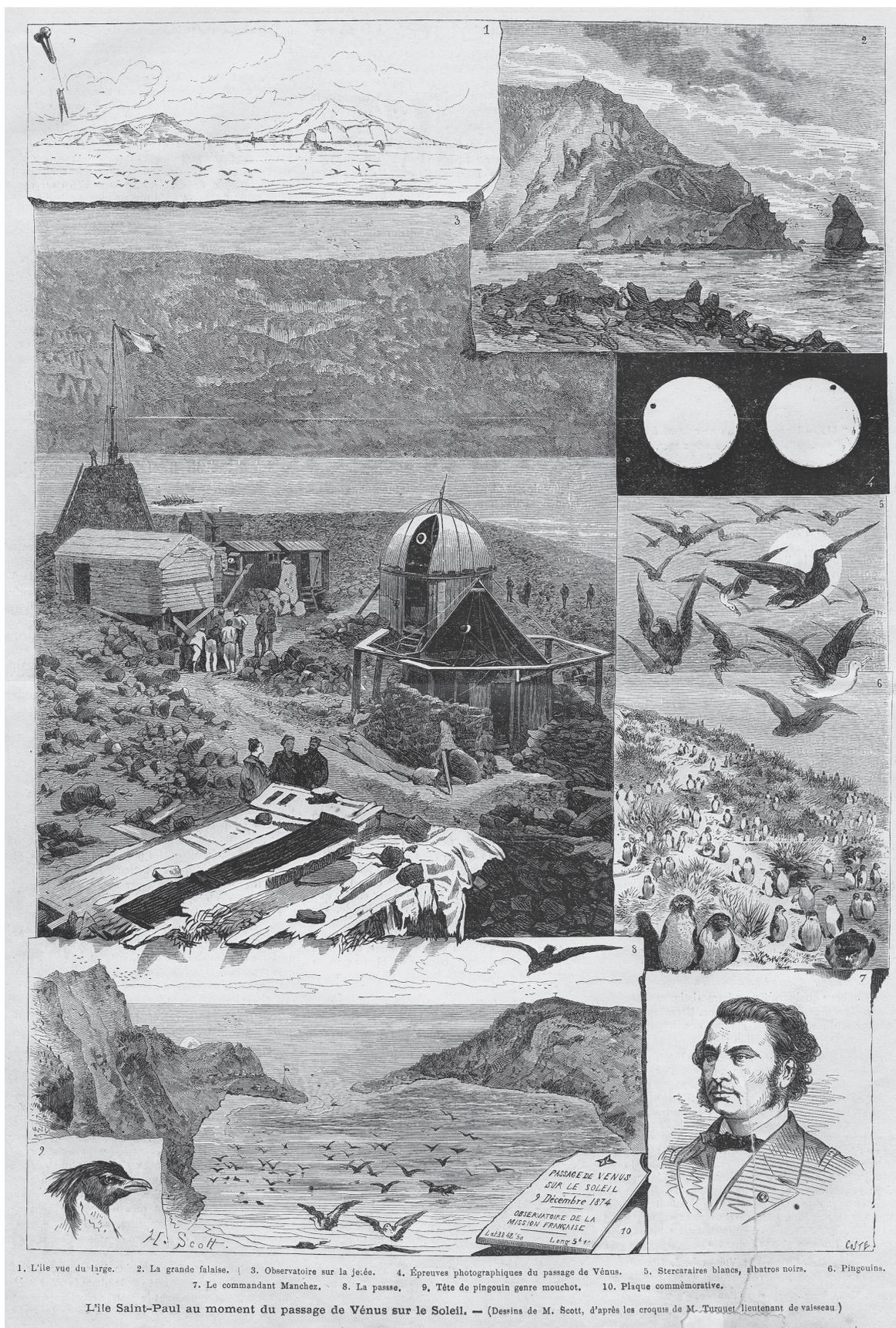
Passage de Vénus de 1874 à l'île Saint-Paul : montage de 7 photos représentant le micromètre de l'altazimut ; l'apparence lumineuse à l'entrée de Vénus sur le Soleil ; un plan relief de l'île Saint-Paul ; le Soleil pendant le passage (4 photos)



Installations et instruments des missions astronomiques anglaises pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil de 1874



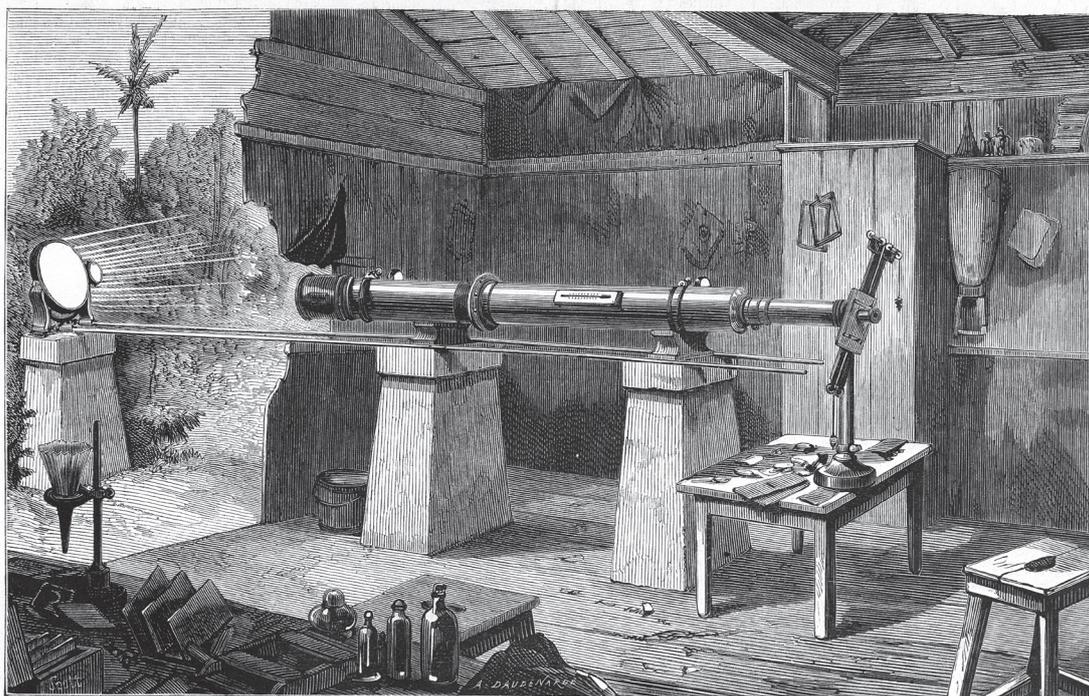
Passage de Vénus. Observatoire de l'île Saint-Paul. Route du Soleil le 9 décembre [1874]. Projection orthogonale de la vue perspective



1. L'île vue du large. 2. La grande falaise. 3. Observatoire sur la jetée. 4. Épreuves photographiques du passage de Vénus. 5. Stercoraires blancs, albatros noirs. 6. Pingouins. 7. Le commandant Manchez. 8. La passe. 9. Tête de pingouin genre mouchot. 10. Plaque commémorative.

L'île Saint-Paul au moment du passage de Vénus sur le Soleil. — (Dessins de M. Scott, d'après les croquis de M. Turquet, lieutenant de vaisseau)

L'île Saint-Paul au moment du passage de Vénus sur le Soleil en 1874



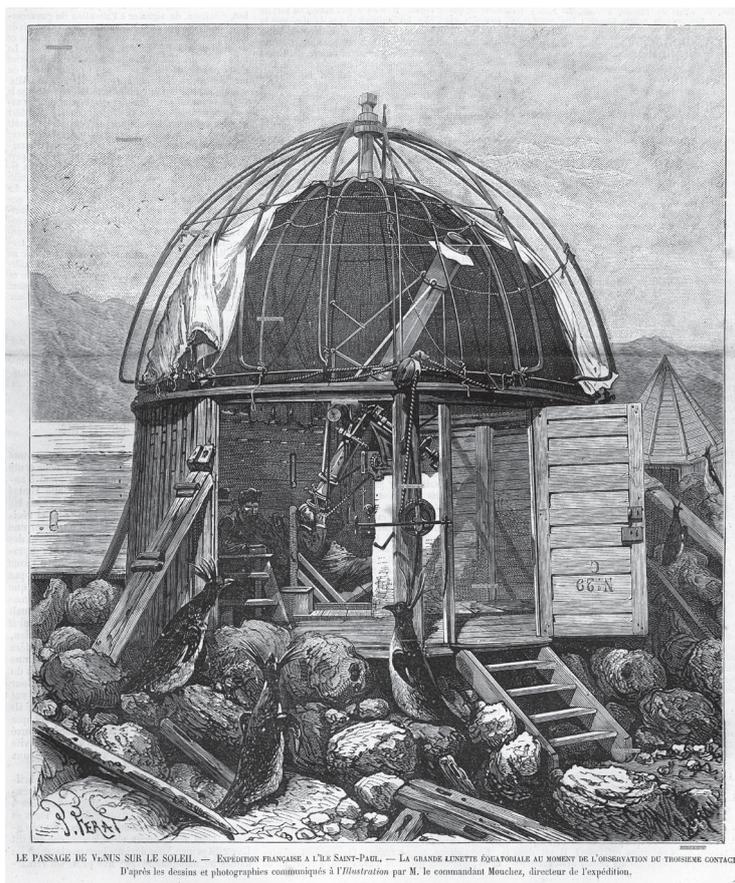
Appareil photographique, système du colonel Laussedat, pour l'observation du passage de la planète Vénus sur le disque du Soleil, modèle emporté par les expéditions françaises. — (D'après nature, par M. Scott.)

Appareil photographique, système du colonel Laussedat, pour l'observation du passage de la planète Vénus sur le Soleil de 1874



L'EXPÉDITION SCIENTIFIQUE DE L'ÎLE SAINT-PAUL. — VUE GÉNÉRALE DE L'INSTALLATION À L'ENTRÉE DU CRATÈRE DE L'ÎLE.
D'après les dessins et photographies communiqués à l'illustration par M. le commandant Mouchez, directeur de l'expédition.

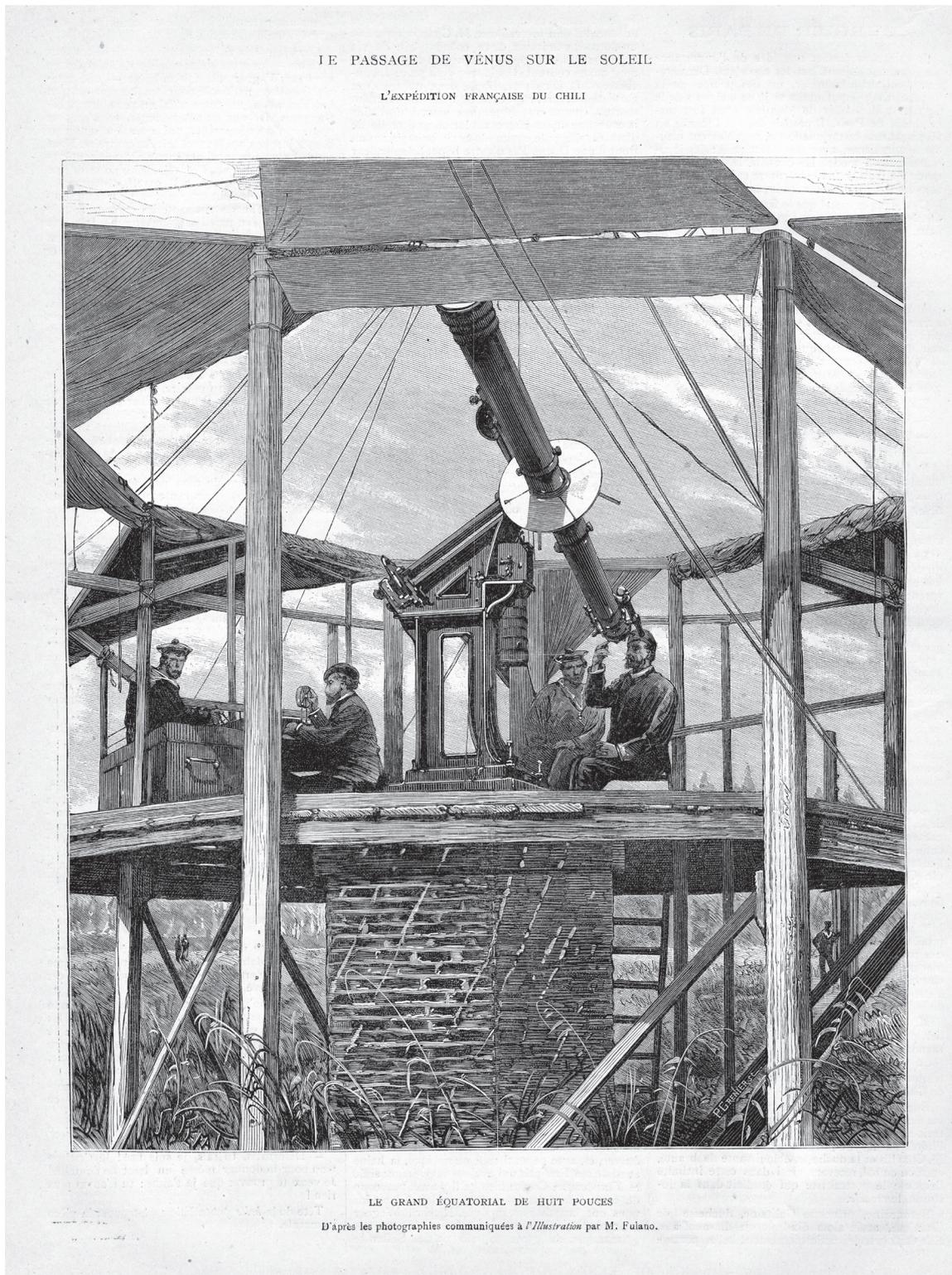
Passage de Vénus sur le Soleil de 1874 : mission française à l'île de Saint-Paul : vue générale de l'installation à l'entrée du cratère de l'île



Passage de Vénus sur le soleil de 1874 : mission française à l'île de Saint-Paul



Lunette astronomique de 8 pouces, utilisée par J. Janssen au Japon, pour l'observation du passage de Vénus de 1874



Le Grand équatorial de huit pouces utilisé par l'expédition française au Chili pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil en 1882



Observatoire
de la CÔTE d'AZUR



15 mai 2012

Communiqué de presse

MATISSE : vers un nouveau regard au VLTI.

Le projet MATISSE (Multi AperTure mid-Infrared SpectroScopic Experiment), instrument de seconde génération du VLTI (Very Large Telescope Interferometer) vient de franchir une étape décisive : le passage de la revue finale de conception (« Final Design Review » ou FDR). Cette revue, qui s'est tenue à l'ESO (European Southern Observatory) les 25-26-27 avril, s'est déroulée avec succès, initiant l'étape de construction de l'instrument. Le Consortium MATISSE, chargé de concevoir, réaliser et tester cet instrument de seconde génération du VLTI est piloté par l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA), et regroupe plusieurs instituts européens¹. MATISSE pourra combiner les faisceaux de 4 télescopes en mode interférométrique dans l'infrarouge moyen. Il permettra ainsi de réaliser des images à des résolutions angulaires inégalées dans un domaine de longueur d'onde très peu exploité en interférométrie optique. Cette avancée instrumentale permettra de porter un regard nouveau sur les disques protoplanétaires, au sein desquels se forment les planètes, ou bien encore sur les noyaux actifs de galaxie et notamment les régions les plus proches du trou noir central.

Le VLT est un ensemble de 4 télescopes de 8 mètres de diamètre, opéré par l'ESO, localisé sur le Cerro Paranal dans le désert chilien de l'Atacama, auxquels peuvent s'adjoindre 4 télescopes auxiliaires repositionnables (AT) de 1.80 m. Dans sa version interférométrique, le VLT permet de faire interférer les faisceaux provenant de plusieurs télescopes ; il devient alors le VLTI : le Very Large Telescope Interferometer.

Les détails astrophysiques révélés par le VLTI sont équivalents à ceux qu'obtiendrait un télescope virtuel de 200 mètres de diamètre (la distance séparant les 2 stations les plus éloignées des ATs). La technique d'interférométrie offre la possibilité d'observer des détails astrophysiques inaccessibles avec les télescopes classiques. Cependant, une mesure interférométrique ne fournit qu'une partie de l'information de l'objet observé, comme si le télescope de 200 mètres était « troué ». Une observation interférométrique ne donne donc pas accès à une image directe obtenue avec un télescope monolithique mais à un ensemble d'observables issues de la mesure des franges d'interférences. La reconstruction d'image fait appel à un processus d'inversion. Pour obtenir la totalité de l'information sur l'objet, il faut « combler les trous » en multipliant les configurations utilisées pour combiner les télescopes. Ceci est possible en déplaçant les télescopes, en utilisant la rotation de la Terre sur elle-même, et/ou en augmentant le nombre de télescopes recombinaisonnés.

Actuellement, deux instruments ouverts à la communauté permettent de combiner respectivement 2 et 3 des télescopes du VLTI dans des bandes spectrales distinctes : MIDI de 8 à 13 microns et AMBER de 1.1 à 2.4 microns, plus un instrument visiteur, PIONIER, qui a servi à expérimenter le mode interférométrique à 4 télescopes du VLTI.

¹ Laboratoire Lagrange de l'Observatoire de la Côte d'Azur, (CNRS, Université de Nice- Sophia Antipolis) Max Planck Institute for Astronomy (Heidelberg), Max Planck Institute for Radioastronomy (Bonn), NOVA-ASTRON (Dwingeloo) et Leiden Observatory (Leiden), Université de Kiel, Université de Vienne, Observatoire de Konkoly.



Le Very Large Telescope (VLT) est situé sur le Cerro Paranal dans le désert de l'Atacama au Chili et est exploité par l'European Southern Observatory (ESO). L'instrument MATISSE permettra notamment de recombinaison les 4 télescopes géants de 8 mètres. (Crédit : F. Millour)

Avec l'instrument MATISSE capable de combiner simultanément 4 télescopes, la reconstruction des images devient efficace. De plus les percées astrophysiques attendues de MATISSE se fondent sur l'exploration d'un domaine de longueurs d'onde quasiment inutilisé actuellement en interférométrie optique. Il s'agit du domaine spectral de l'infrarouge moyen, dont les bandes de transmission L, M et N centrées à 3.5, 4.5 et 10.5 microns, révéleront la structure des nuages de gaz et de poussières mais aussi leur composition chimique et minéralogique, grâce à plusieurs signatures spectrales d'intérêt.

La revue finale de conception de MATISSE (FDR) s'est déroulée en deux étapes : la première a concerné les parties optique et cryogénique de l'instrument et s'est tenue les 28 et 29 Septembre 2011, la seconde a concerné l'ensemble de l'instrument et s'est tenue les 25-26-27 Avril 2012. C'est la Division Instrumentale de l'ESO qui décidera de clore officiellement la FDR d'ici 2 à 3 mois sur la base des recommandations positives du Comité de revue.

Avec la réussite de ces revues, le Consortium MATISSE répond à un double défi conceptuel et technologique, lié d'une part à la combinaison de 4 télescopes, et d'autre part au domaine spectral très particulier de l'infrarouge moyen. Pour observer dans ce domaine spectral contraignant, il a été nécessaire de s'accommoder de l'émission propre des optiques et de notre atmosphère. Ceci a été réalisé par le développement d'un environnement cryogénique pour une partie des optiques de l'instrument, et surtout par d'élaboration de nouveaux procédés d'observation et de calibration.

La fin de l'intégration et des tests, qui se dérouleront sur un site de l'OCA à Nice, est prévue pour l'été 2015. La première lumière de l'instrument et le début de son exploitation sont attendus début 2016.

Pour en savoir plus:

www.oca.eu

<https://www.matisse.oca.eu/>

Contacts :

Chercheur :

Observatoire de la Côte d'Azur

Bruno Lopez - *Responsable du projet MATISSE*

Laboratoire Lagrange

bruno.lopez@oca.eu

Presse :

Observatoire de la Côte d'Azur

Cyrille Baudouin - *Responsable de la communication*

+33 (0) 4 92 00 19 70

cyrille.baudouin@oca.eu



Exoplanet Characterization Observatory

Le projet EChO à l'Observatoire de Paris

1. Présentation générale

EChO (Exoplanet Characterisation Observatory) est l'un des quatre projets présélectionnés pour des études complémentaires par l'ESA en vue d'une mission M3 dans le programme COSMIC VISION 2015-2025 (lancement prévu en 2022). Elle sera la **première mission dédiée entièrement à l'étude de la physique et de la chimie des atmosphères des exoplanètes**. Elle permettra de placer notre système solaire dans un contexte plus général en s'interrogeant sur les conditions d'émergence de la vie sur d'autres planètes.

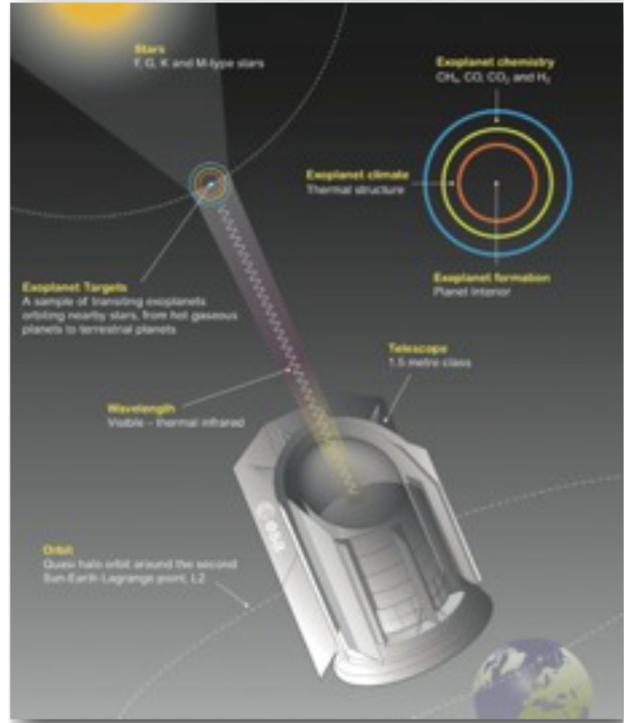
EChO permettra de répondre à quelques conditions fondamentales du programme COSMIC VISION de l'ESA :

- **Quelles sont les conditions pour la formation des planètes et l'émergence de la vie ?**
- **Les systèmes comme notre système solaire sont-ils rares ou très communs ?**

EChO est un télescope spatial de 1.26m de diamètre, qui fournira des spectres d'atmosphère de planètes sur une large plage de longueur d'onde (0.4 à 16 μ m au mieux), avec une résolution variant de 300 à 20. Un de ses avantages est d'être un instrument simple, basé sur des technologies existantes, utilisant un refroidissement passif avec pour objectif une très grande stabilité sur une grande période de temps.

Durant un transit primaire, une fraction de la lumière de l'étoile passe par le limbe de l'atmosphère de la planète. Ainsi il est possible de révéler le spectre en transmission de cette atmosphère. Durant un transit secondaire, une comparaison du flux reçu avant que la planète ne passe derrière son étoile, et pendant l'éclipse, permet d'observer dans l'infrarouge un spectre en émission du côté jour de la planète, et la lumière réfléchie dans les domaines optiques. Une observation au cours du cycle

orbital de la planète montrera une modulation qui peut être utilisée pour contraindre les gradients thermiques en latitude et la composition chimique des exoplanètes. Ces trois approches permettent d'obtenir des informations complémentaires sur les profils de température et la composition chimique sur 3 décades de pression, la présence, l'opacité et la composition des nuages de l'atmosphère, ainsi que la dynamique et les variations de températures et de composition. Une spécificité d'EChO est d'utiliser la résolution temporelle pour extraire le signal planétaire et le résoudre spatialement.



Concept général de la mission EChO

EChO donnera des contraintes sur la formation des exoplanètes. L'observation des molécules de H₂O, CH₄, CO, CO₂ durant les transits primaires et secondaires permettront de contraindre les abondances en carbone et oxygène de l'atmosphère, ainsi que le mécanisme de formation mis en jeu pour la formation de la planète : accréation de petits cœurs solides de roches ou de glaces (comme les planètes du système solaire), ou effondrement d'un nuage de gaz (comme les étoiles). Les abondances de C et O de la planète peuvent être comparées avec celles dans l'atmosphère de l'étoile. Une surabondance importante d'éléments lourds suggérerait un scénario de formation par accréation de cœurs, tandis qu'un faible enrichissement indiquerait plutôt une formation par effondrement.

EChO caractérisera le climat des exoplanètes. La composition et la structure thermique de l'atmosphère seront déduites de l'analyse de la lumière réfléchie de la planète et de son émission thermi-

que. La comparaison entre la lumière incidente de l'étoile et la lumière réfléchie permettra de déterminer la partition de la radiation stellaire incidente. Ce genre de mesure permet d'étudier l'effet de serre qui affecte les atmosphères planétaires pour les rendre tempérées comme la Terre ou les transformer en fournaies comme Vénus. Le climat des exoplanètes est aussi fortement affecté par la dynamique de l'atmosphère. Par exemple, sur Terre la circulation redistribue la chaleur de l'équateur aux pôles. EChO étudiera la dynamique de l'atmosphère des exoplanètes par la mesure des gradients horizontaux et verticaux de température et de composition, et de leurs variations temporelles.

EChO étudiera la chimie des exoplanètes. Les modèles nous indiqueront si l'atmosphère des exoplanètes est en équilibre thermique. Les atmosphères des Jupiters chauds observées à ce jour apparaissent en déséquilibre. [Remarque : Il y a des espèces mineures en déséquilibre dans l'atmosphère profonde des planètes géantes : PH₃, CO, GeH₄...] Nous nous attendons à trouver d'autres atmosphères d'exoplanètes hors équilibre. Nous mesurerons les abondances des principaux produits de la photochimie, ce processus hors équilibre le plus important sur Terre qui est à **l'origine de la production de l'ozone.**

L'étude des atmosphères des exoplanètes avec à la clé une caractérisation aussi complète que possible nécessite une **mission spatiale dédiée** dont les performances sont optimisées pour cet objectif. Cette mission doit être capable de prendre un « instantané » de l'atmosphère de la planète et d'en mesurer les propriétés variables au cours du temps. Elle doit être en mesure d'observer un **grand nombre de systèmes**, y compris des super-Terres (2-10 masses Terrestres) et être optimisée pour contrôler les sources d'erreurs systématiques. Elle devra avoir un spectrographe avec une résolution suffisante pour séparer les différentes molécules composant l'atmosphère et y révéler les processus dynamiques. EChO remplit tous ces besoins.

La liste des cibles est composée d'un portfolio représentatif d'exoplanètes, allant des Jupiters à des Neptunes et des super-Terres, de chaudes à tempérées. La liste comportera des planètes qui n'ont pas d'analogie dans notre système solaire comme la super Terre chaude GJ1214b dont la densité est intermédiaire entre les planètes telluriques et les planètes gazeuses. Comme le nombre de découvertes augmente très fortement chaque année, avec des planètes de petites masses, la liste des cibles sera ajustée en fonction des objets disponibles. Remarquons que dès aujourd'hui, le nombre de cibles disponibles permet déjà d'avoir un portfolio très varié de planètes chaudes. Les travaux des 10 prochaines années vont permettre de trouver des planètes « tièdes » à habitables, notamment plus de Neptunes et super Terres autour des naines M.

2. EChO, un consortium Européen avec présence forte des Français

Le consortium regroupe désormais 260 scientifiques et ingénieurs. Le leadership et management du projet est au Royaume Uni (Tinetti PI et Paul Eccleston comme project manager), avec implication forte de la France, du Danemark, de l'Espagne (notamment le groupe de Barcelone où j'ai effectué ma thèse), de l'Italie, de l'Allemagne et de la Belgique. En France, il existe un intérêt fort et large de scientifiques de différents laboratoires. Les quatre partenaires principaux sont tous basés en Ile-de-France et se partagent différentes responsabilités à tous les niveaux du projet.

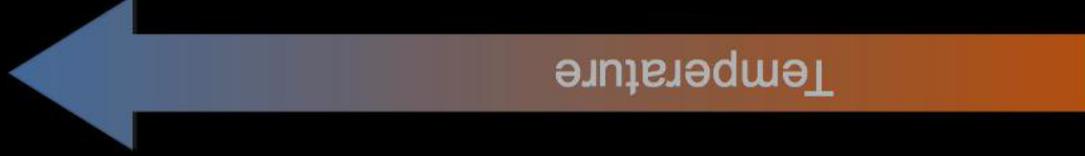
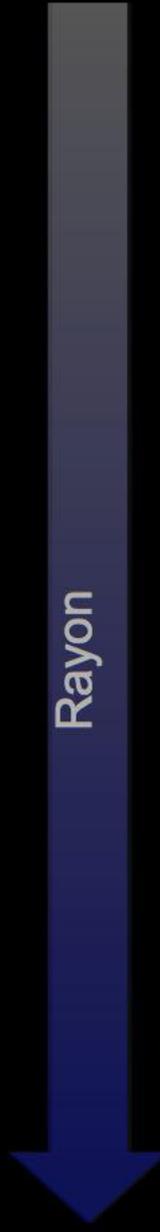
IAP, Paris	Beaulieu, Co-PI	Instrument Science & modelling
LESIA, Meudon	Coudé du Foresto, CoI	Instrument Science & modelling WG coordinator Science team, spectroscopy & planetary science
	Coustenis, CoI	
IAS, Orsay	Ollivier, CoI	Instrument scientist, module MWIR lead
CEA IRFU, Saclay	Lagage, CoI	Instrument science & MWIR detectors.

Participation française à EChO

Les Français d'EChO sont très impliqués dans le projet depuis son origine (en particulier Beaulieu, Coudé du Foresto et Ollivier). Ils ont choisi de développer l'instrument 5-11 μ m en se basant entre autres sur l'expérience acquise avec MIRI pour le JWST. Les équipes du LESIA et de l'IAS abordent tous les aspects de l'instrument, optique, mécanique, thermique, électronique, tandis que le CEA IRFU pour le moment se concentre sur les tests de détecteurs. Les différents laboratoires français travaillent en parfaite harmonie, partage des ressources, compétences et expertises dans le cadre du développement de cet instrument.

Types de planètes étudiées par EChO

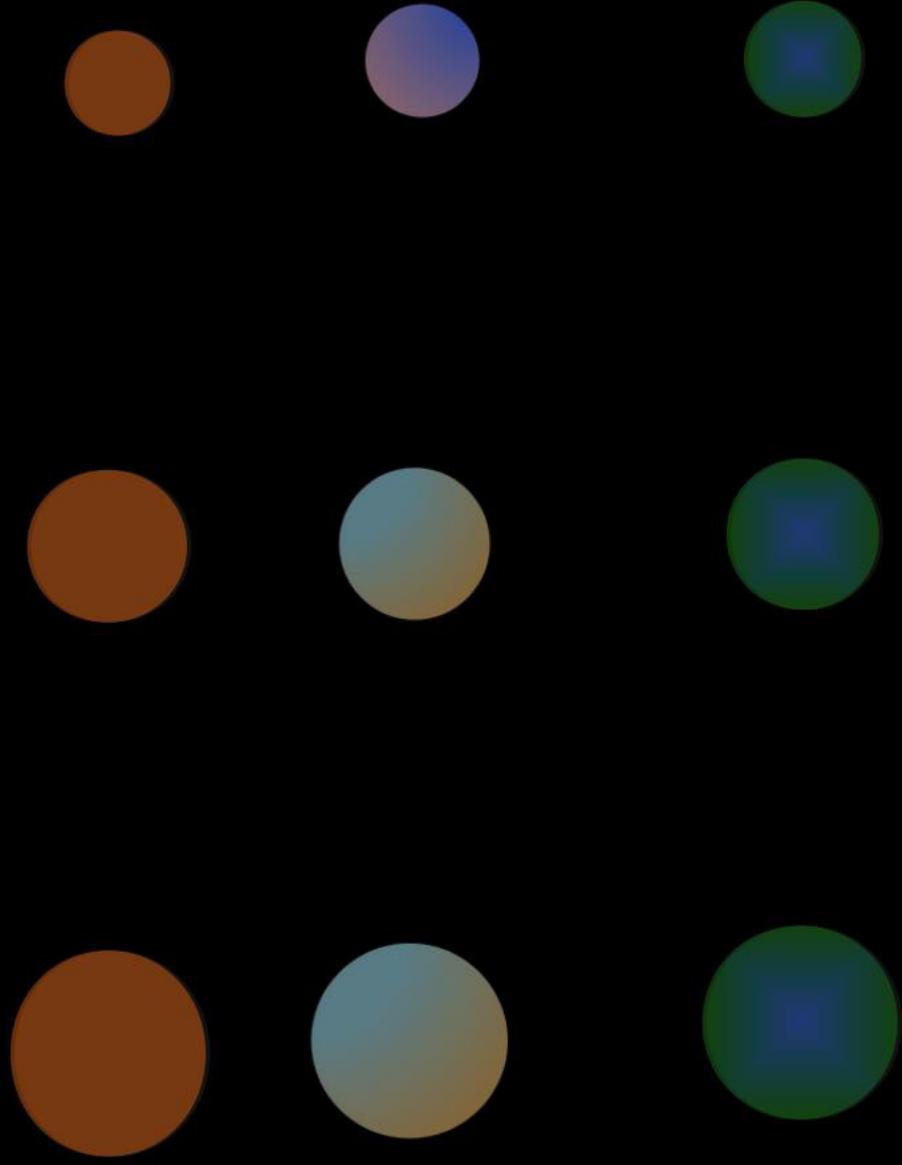
Jupiter Neptune Super Terre



'Chaud'
(850-1500K)

'Tiède'
(500-800K)

'Tempéré'
(250-350K)



Types de planètes étudiées par ECHO

Jupiter

Neptune

Super Terre

Rayon

Temperature

'Chaud'
(850-1500K)

'Tiède'
(500-800K)

'Tempéré'
(250-350K)



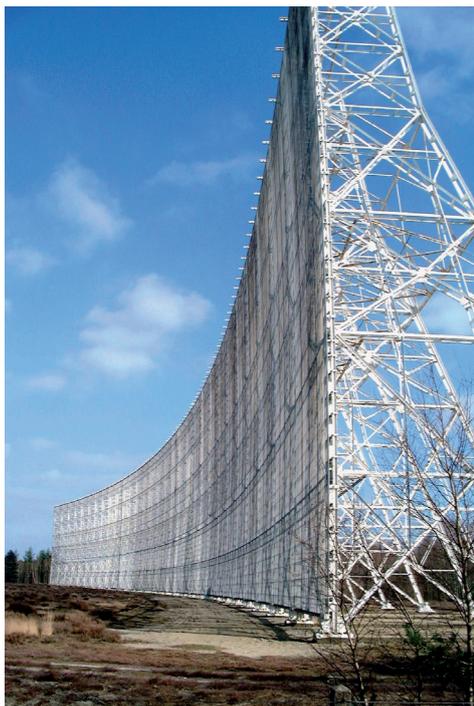
L'OBSERVATOIRE DE PARIS

L'Observatoire de Paris, fondé en 1667 afin de favoriser le rayonnement de l'astronomie, a été le berceau de grandes avancées qui ont marqué l'histoire des sciences. Aujourd'hui solidement implanté sur trois sites, Paris, Meudon et Nançay, l'Observatoire de Paris est resté la vitrine et le fer de lance de l'astronomie française.

L'activité de l'Observatoire de Paris couvre tous les principaux thèmes de recherche en astronomie et en astrophysique : la mesure de l'espace et du temps, les planètes, leurs satellites, les étoiles et leur environnement, les galaxies, l'origine de l'Univers sont autant d'objets d'étude pour les chercheurs.



Le bâtiment Perrault de l'Observatoire de Paris, fondé en 1667, et, au premier plan, les coupoles de la Carte du ciel et de la Sorbonne. © Jean Mouette/IAP



Le grand radiotélescope, situé à la station de radioastronomie de Nançay de l'Observatoire de Paris, est l'un des quatre plus grands au monde.

© I. Cognard, LPC2E / Observatoire de Paris

L'ampleur de cette démarche scientifique implique des interactions serrées entre différentes disciplines, une politique fructueuse de coopération nationale et de relations internationales.

Par le nombre de ses chercheurs et autres personnels, la pluridisciplinarité de ses activités, le dynamisme de ses équipes, le volume de ses publications et les citations qui s'y réfèrent, il est l'un des centres de recherche en astronomie et astrophysique les plus actifs au monde.

L'Observatoire de Paris offre également des enseignements à tous les niveaux, centrés principalement sur l'astronomie et l'astrophysique. La variété des savoirs et des savoir-faire présents à l'Observatoire se traduit par une grande diversité des enseignements qui y sont dispensés.

Enfin, l'établissement participe activement à la diffusion de la culture scientifique vers le public. Cette activité se manifeste sous des formes très variées, à travers visites des sites, expositions, manifestations et ouvertures nocturnes, production éditoriale...

L'Observatoire de Paris est membre fondateur de Paris Sciences et Lettres - PSL et œuvre à ce titre à la construction d'une grande université de recherche internationale, avec quinze autres partenaires.

L'Observatoire de Paris comprend un institut, l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides - IMCCE et sept laboratoires dont le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique - LESIA, des entités toutes associées au CNRS et à des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

L'IMCCE mène des recherches en mécanique céleste dans ses approches mathématique ou physique, en astrométrie et en planétologie dynamique. Celles-ci contribuent à préciser notre vision des systèmes planétaires, des systèmes de satellites naturels, de la ceinture des astéroïdes ou des familles cométaires, et plus généralement, de toutes les structures soumises aux effets des champs gravitationnels. La conjugaison des développements théoriques et des observations de position permet ainsi d'établir des modèles de mouvement des astres sur des intervalles de temps de plus en plus longs et avec une précision croissante. Les objectifs ainsi poursuivis concernent notamment la compréhension des plus faibles effets physiques pouvant agir sur les mouvements des astres, l'exploration de la stabilité de ces systèmes, celle de leur histoire dynamique (formation et évolution) mais aussi climatique, la prédiction de phénomènes et leur observation.



La grande coupole de l'Observatoire de Paris à Meudon, abrite la plus grande lunette d'Europe mise en service en 1896.

© E. Vergnaud/Observatoire de Paris

Sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, l'IMCCE est un institut de l'Observatoire de Paris. C'est une unité mixte de recherche du CNRS. Il a pour établissement de cotutelle l'université des sciences et technologies de Lille (université de Lille 1) et l'université de Pierre et Marie Curie (UPMC).

La vocation du LESIA est la recherche scientifique dans le domaine de la physique des plasmas, de la physique solaire, de la planétologie et de l'astrophysique par le biais de la conception et la réalisation d'instrumentation scientifique embarquée à bord de sondes spatiales. Parallèlement à la recherche spatiale, le LESIA possède une vaste expertise instrumentale pour l'observation au sol, et joue un rôle de premier plan dans le développement de technologies avancées telles l'optique adaptative et l'interférométrie visible et infrarouge.

Le LESIA, Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique, est un département scientifique de l'Observatoire de Paris. C'est aussi un laboratoire du CNRS, l'unité mixte de recherche UMR-8109. Le LESIA est associé à l'Université Pierre et Marie Curie et à l'Université Paris Diderot.

L'OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

L'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) est un établissement public de recherche en sciences de la planète et de l'Univers, autonome, lié par convention à l'Université de Nice Sophia Antipolis (UNS). Fort de quelques 450 agents localisés sur 4 sites géographiques (site historique du Mont Gros, campus Valrose à Nice, Sophia Antipolis et le site d'observation du plateau de Calern), l'OCA œuvre en astrophysique et en géosciences dans 3 grandes thématiques scientifiques regroupées au sein de 3 unités de recherche multitutelles (CNRS, UNS, IRD, OCA) : astrophysique (planétologie, physique stellaire et solaire, galaxies, cosmologie), dynamique des fluides, traitement du signal et des images, et instrumentation au sein du laboratoire Lagrange ; astrophysique multi-messagers pour le laboratoire Artémis ; dynamique de la Terre et métrologie de l'Univers proche au sein du laboratoire Géoazur.



La grande coupole de Nice (© F. Vakili)

L'OCA AU COEUR DES GRANDS PROJETS

En tant qu'Observatoire des sciences de l'Univers (OSU) de l'INSU (Institut des sciences de l'Univers, CNRS), l'OCA participe au recueil de données observationnelles continues et systématiques de la Terre et de l'Univers : les équipes scientifiques sont très impliquées dans des grands projets d'instruments au sol et dans l'espace pour l'astrophysique avec notamment le recombineur interférométrique MATISSE sur le VLTI, la mission spatiale d'astrométrie Gaia, l'antenne gravitationnelle VIRGO, la plateforme d'observation MeO du plateau de Calern en géodésie spatiale, et le réseau d'observations sismologiques RESIF en géophysique. Par ailleurs, l'OCA gère des outils mutualisés permettant d'assurer l'analyse des données recueillies et leur modélisation (mésocentre de calcul intensif), leur stockage et analyse interopérable (Observatoire Virtuel) et la réalisation d'instruments (salles blanches, bureau d'études et atelier de mécanique mutualisé).

L'OCA ET LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES

L'OCA contribue activement à la formation universitaire à tous les niveaux, depuis la licence jusqu'au doctorat, et met actuellement en place un dispositif unique d'observations en astrophysique et en géosciences, dédiée à l'enseignement universitaire et à la recherche, localisée sur le plateau de Calern : C2PU (Centre Pédagogique Planète Univers). Enfin, l'OCA est également très impliqué dans sa mission de diffusion des connaissances vers tous les publics, profitant de la combinaison unique entre son patrimoine exceptionnelle et les recherches contemporaines.

Le passage de Vénus

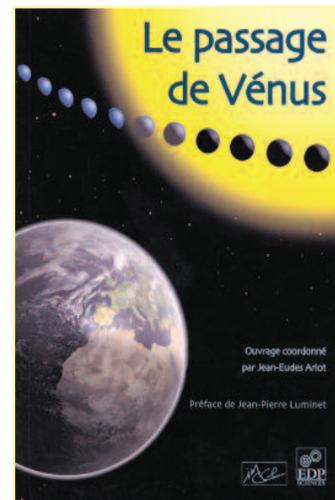
Par Jean-Eudes Arlot

Collection Références Astronomiques

ISBN : 2-86883-731-X

240 pages - 20 € TTC

Parution 2004



Résumé

Le 8 juin 2004 s'est produit un événement astronomique exceptionnel : Vénus passait devant le Soleil. Le 6 juin 2012 a lieu un nouveau passage.

Événement exceptionnel ? Tout d'abord par la rareté de cette rencontre, qui ne s'est pas produite depuis 1882 : aucune personne vivant aujourd'hui n'a pu l'observer ; ensuite parce que cette conjonction unique nous permettra d'observer cette planète jumelle de la terre dans des conditions idéales ; enfin parce que ce phénomène a permis pour la première fois il y a près de 300 ans d'estimer les distances astronomiques avec une marge d'erreur acceptable... Aujourd'hui encore ce repère astronomique revêt une importance considérable !

À travers cet ouvrage à la fois historique et scientifique, les auteurs nous font revivre les premières observations, les expéditions et prédictions de cet événement ainsi que les découvertes, calculs et méthodes qui en ont découlé.

Ouvrage rigoureux et complet, ce livre permettra également aux amateurs comme aux professionnels, aux érudits comme aux scolaires de retrouver l'importance de Vénus, à travers cette rencontre unique que la Commission européenne, consciente de la valeur pédagogique du phénomène, a décidé de mettre particulièrement en valeur avec l'aide de l'ESO et de l'Observatoire de Paris.

Bon de commande

À retourner ou à faxer à : EDP Sciences - 17, av. du Hoggar - BP 112 - 91944 Les Ulis Cedex A
Tél. : 33 (0)1 69 18 75 75 - Fax : 33 (0)1 69 86 06 78 - www.edition-sciences.com

Institution/Société : Nom : Prénom :
Adresse :
Code postal : Ville : Pays :
Téléphone : E-mail :

Titre	Prix unitaire	Quantité	Total
Le passage de Vénus - 2-86883-731-X	20 €	x	= €
	Frais de port *		= €
	France métropolitaine	+ 4.5 €	
	DOM et Europe	+ 8.5 €	
	TOM et reste du monde	+ 15 €	
* Aucune commande ne pourra être expédiée sans ajout des frais de port. Code : venus_2012		TOTAL GENERAL	= €

Paiement au choix : par chèque à l'ordre d'EDP Sciences (à joindre à la commande)
 par carte bancaire : Visa Eurocard American Express

N° de carte :

Date d'expiration : / / Code Crypto (3 derniers chiffres au dos de la carte) :

Date obligatoire : / /

Signature obligatoire :



Allégorie représentant le passage de Vénus devant le soleil : plafond de la rotonde ouest de l'Observatoire de Paris, peint par Dupain en 1886