

# LE MAGAZINE DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

NUMBER 6 - WINTER SOLSTICE 2006

OBSERVATOIRE DE PARIS:  
THE MAGAZINE

- 
- > 2007, Année Polaire Internationale : dossier sur l'astronomie en Antarctique
  - > Anniversaire de l'Année Géophysique Internationale 1957-1958
  - > Andromède, histoire et révélations sur une galaxie
  - > Le Soleil en STEREO, c'est parti !
  - > International Polar Year 2007-2008: focus on astronomy in Antarctica on astronomy in Antarctica
  - > 50<sup>th</sup> anniversary of the International Geophysical Year 1957-1958
  - > Andromeda: history and (some) secrets of a galaxy
  - > The Sun in STEREO: right on track!



# CONTENTS SOMMAIRE



## COUVERTURE

Photo de la station Concordia, installée au Dôme C, en Antarctique.

© Éric Aristidi, Laboratoire Universitaire d'Astrophysique de Nice - LUAN



DIRECTEUR DE LA PUBLICATION  
Daniel Egret, Président de l'Observatoire de Paris

RÉDACTRICE EN CHEF  
Brigitte Bourdon, Directrice de la communication

RÉDACTION  
Journalistes scientifiques :  
Paul de Brem [pp. 6, 7, 8, 9], Gaëlle Degrez [p. 10, 11, 14, 16, 18], Frédéric Guérin [p. 12, 13, 15, 22]  
Rédactrices et coordinatrices : Frédérique Auffret, Brigitte Bourdon, Christine Etienne.  
Ont participé à ce numéro : Christiane Adam, Suzanne Débarbat, Philippe Demange, Jean-Marie Malherbe, Jean-Yves Daniel.  
Remerciements aux secrétaires des laboratoires de l'Observatoire et de l'École doctorale Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France.

COMITÉ DE RÉDACTION  
Jean-Eudes Arlot, Roland Barillet, Françoise Combes, Michel Combes, Vincent Couédo de Foresto, Noël Dimarçq, Daniel Egret, Bertrand Flouret, Franck Le Petit, Dominique Proust, Chantal Stehli, Catherine Turon, Yves Viala, Jean-Paul Zahn, Claude Zeippen.

LES DÉPARTEMENTS DE RECHERCHE de l'Observatoire de Paris cités dans ce magazine sont tous des unités mixtes de recherche (UMR) entre l'Observatoire de Paris et le CNRS. Certains le sont également avec l'École Normale Supérieure, les universités Paris 6, Paris 7 et Cergy-Pontoise.

TRADUCTION  
Arturo Sangalli

CRÉATION  
Rédacteurs Studio  
MISE EN PAGE  
Mafalda Colaço

ADRESSE DE LA RÉDACTION :  
Communication - Observatoire de Paris  
61 avenue de l'Observatoire, 75014 Paris  
[service.communication@obspm.fr](mailto:service.communication@obspm.fr)

ISSN : 1773-1798  
Le Magazine de l'Observatoire en ligne  
([www.obspm.fr](http://www.obspm.fr)) : ISSN : 1773 - 0090  
Imprimerie de Pithiviers, 2 500 ex., décembre 2006

## 03 ÉDITORIAL EDITORIAL

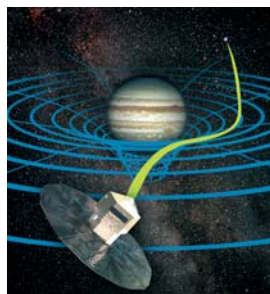
## 04 VIE DE L'ÉTABLISSEMENT LIFE AT OUR INSTITUTION

## 06 ÉVÉNEMENT

- ▶ Antarctique, terre d'avenir pour l'astronomie
- ▶ Trois questions à... ÉRIC FOSSAT, astrophysicien au Laboratoire Universitaire d'Astrophysique de Nice

## EVENT

- ▶ Antarctica: land of the future for astronomy
- ▶ Three questions to... ÉRIC FOSSAT, Astrophysicist at the Astrophysics Laboratory of the University of Nice



## 08 RECHERCHE

### ▶ ACTUALITÉ DES LABORATOIRES

- ▶ APC : Brain : plus loin dans la cosmologie
- ▶ Portrait sensible : Cyril Dufour, dans le tourbillon de la recherche
- ▶ LESIA : STEREO en orbite !
- ▶ SYRTE : Gaia : En matière de déflexion, le SYRTE en connaît plus d'un rayon
- ▶ GEPI : La galaxie d'Andromède à la pesée
- ▶ LERMA : Andromède victime d'une collision frontale
- ▶ NANÇAY : FASR : Le Soleil en basse fréquence
- ▶ LUTH : Opacités et abondances : la "construction" des étoiles
- ▶ IMCCE : Le problème des n corps

### ▶ COLLOQUES & RENCONTRES SCIENTIFIQUES

## RESEARCH

### ▶ NEWS FROM LABORATORIES

- ▶ APC: Brain: taking cosmology further
- ▶ Portrait: Cyril Dufour: in the vortex of research
- ▶ LESIA: STEREO in orbit!
- ▶ SYRTE: Gaia: In deflection matters, SYRTE has the expertise
- ▶ GEPI: Weighing the Andromeda galaxy
- ▶ LERMA: Andromeda involved in a head-on collision
- ▶ NANÇAY: FASR: The Sun in low frequency
- ▶ LUTH: Opacity and abundance: the "construction" of stars
- ▶ IMCCE: The n-body problem

### ▶ SCIENTIFIC MEETINGS AND COLLOQUIA

## 18 ENSEIGNEMENT

- ▶ Nouveau D.U. « Explorer et comprendre l'Univers »
- ▶ Soutenances de thèses

## TEACHING

- ▶ New University Diploma: "Exploring and Understanding the Universe"
- ▶ Defense of doctoral dissertations



## 20 DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

## PUBLIC OUTREACH

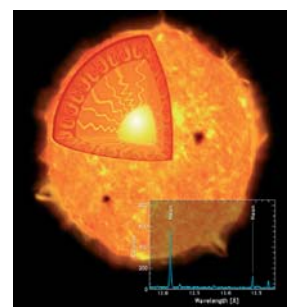
## 20 HISTOIRE

- ▶ Il y a 50 ans : l'Année géophysique internationale

## HISTORY

- ▶ Fifty years ago: the International Geophysical Year

## 23 PUBLICATIONS PUBLICATIONS



# ÉDITORIAL EDITORIAL



L'Observatoire de Paris est entré dans une phase électorale active ! Les élections qui se déroulent actuellement au sein de l'établissement vont conduire début 2007 à la nomination d'un Président pour les quatre années à venir. Le statut particulier de "Grand Établissement" permet au Président en exercice de se représenter une fois après un premier mandat.

En tant que Président du Haut Conseil Scientifique de l'établissement – instance autonome chargée de son évaluation scientifique –, la rédaction de ce dernier éditorial de l'année 2006 m'a été confiée en cette période de transition... J'ai accepté de remplir cette tâche, non sans un grand plaisir.

**JE SUIS HEUREUX EN EFFET QUE CES CIRCONSTANCES ME DONNENT L'OCCASION DE SOULIGNER LA QUALITÉ DU CONTRAT QUADRIENNAL DE DÉVELOPPEMENT DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS** Il donne à l'établissement les moyens de renforcer une recherche de qualité pour les quatre années à venir dans le souci d'une coopération régionale, nationale et internationale. Cet engagement témoigne aussi du soutien de l'État pour l'enseignement dispensé à l'Observatoire en cohérence avec les grandes universités scientifiques partenaires. Enfin, dans les domaines propres à la vie de la collectivité au sein de l'établissement, ce Contrat montre toute la confiance de l'État dans la capacité de l'établissement à affronter les enjeux technologiques d'une informatique modernisée et sécurisée et à soutenir les efforts portés haut en faveur du patrimoine domanial, immobilier mais aussi culturel, scientifique et technique.

Je terminerai cet éditorial par les fêtes du cinquantième anniversaire de l'année géophysique internationale, IGY 1957-1958. *L'International Geophysical Year* a marqué toute une génération de chercheurs, a entraîné mille projets et conduit des révolutions scientifiques dans tous les domaines et notamment dans le domaine de l'astronomie spatiale. Elle correspondait également à une Année Polaire Internationale à laquelle ce numéro a souhaité rendre hommage à travers une présentation des réalisations et projets de l'astronomie en Antarctique. 2007-2008 sera aussi l'Année Héliophysique Internationale (IHY), événement scientifique et culturel que soutiendra l'Observatoire de Paris.

Bonne lecture et Bonne Année 2007 !

The *Observatoire de Paris* is presently in electoral mode. The elections currently taking place within the institution will culminate, at the beginning of 2007, in the appointment of a President for the next four years. The particular rules that apply to "Grand Etablissements" allow the incumbent President to seek a second mandate. In my capacity of President of the *Observatoire's* High Scientific Council—an independent authority in charge of the scientific evaluation of the institution—I have been invited to write the last editorial of 2006 during this transition period. It is with great pleasure that I have accepted the task.

**I AM INDEED VERY HAPPY TO BE GIVEN THE OPPORTUNITY TO EMPHASIZE THE IMPORTANCE OF THE FOUR-YEAR DEVELOPMENT CONTRACT OF THE OBSERVATOIRE DE PARIS** It provides the institution with the means to strengthen quality research for a four-year period in a perspective of regional, national and international cooperation. This commitment is also proof of the state's support for the training given at the *Observatoire*, in collaboration with partner scientific universities. Finally, in the fields specific to the institution, this Contract demonstrates the government's trust in the ability of the *Observatoire* to meet the technical challenges of a modern and secure information technology, and to continue its efforts to preserve not only state-owned property, but also its cultural, scientific and technical heritage.

I wish to conclude this editorial by mentioning the celebrations of the fiftieth anniversary of IGY 1957-1958. The International Geophysical Year, an event that generated a thousand projects and resulted in scientific revolutions in every domain and especially in space astronomy, marked a whole generation of researchers. It coincided with an International Polar Year, to which this issue of the *Magazine* pays tribute by featuring projects and achievements in astronomy in Antarctica. 2007-2008 will also be the International Heliophysical Year (IHY), a scientific and cultural event that the *Observatoire de Paris* will support.

Happy reading! Happy New Year!

Olivier LE FÈVRE,  
Directeur du laboratoire d'Astrophysique de Marseille,  
Président du Haut Conseil Scientifique de l'Observatoire de Paris

Director of the Marseille Astrophysics Laboratory and  
President of the High Scientific Council of the *Observatoire de Paris*.



# VIE DE L'ÉTABLISSEMENT

LIFE AT OUR INSTITUTION

À travers les nominations, les inaugurations concrétisant les nouveaux partenariats, les échanges internationaux, voici un petit panel des événements qui ponctuent la vie de l'Observatoire de Paris...

Appointments, conclusion of new partnership agreements, and international exchanges are some of the events marking life at the *Observatoire de Paris*.

## ► SIGNATURE DU CONTRAT QUADRIENNAL 2006-2009 DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS



Le 19 septembre dernier, se sont réunis les deux conseils de l'Observatoire de Paris : le Conseil d'Administration et le Conseil scientifique. Ils ont approuvé ce jour-là les textes du Contrat quadriennal de l'établissement liant l'Observatoire de Paris et le Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Le 6 novembre 2006, le contrat quadriennal concernant le développement de l'établissement pour les années 2006 à 2009 a été signé avec la Direction Générale de l'Enseignement Supérieur et, pour le volet recherche, avec le Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS.

Les principaux textes sont disponibles sur le site de l'Observatoire : <http://www.presidence.obspm.fr/CQD>

## SIGNING OF THE 2006-2009 FOUR-YEAR CONTRACT

Both the Scientific Council and the Board of Governors of the Observatoire de Paris met on 19 September and approved the four-year contract between the Observatoire de Paris and the Ministry of National and Higher Education and Research. On 6 November 2006, this contract, concerning the development of our institution for 2006-2009, was signed with the Direction Générale of Higher Education and, for the research component, with the National Centre for Scientific Research (CNRS).

The main texts are available at the *Observatoire's* site: <http://www.presidence.obspm.fr/CQD>.



**SIGNATURE DE L'ACCORD** avec l'*Observatorio Nacional de Rio* avec Sergio Fontes, Directeur de l'ON, le Président Daniel Egret et Ana Gomez, Responsable du doctorat à l'Observatoire de Paris.

**SIGNING OF THE AGREEMENT** with the *Observatorio Nacional de Rio*, with Sergio Fontes, director of the ON, President Daniel Egret, and Ana Gomez, in charge of PhD programs at the *Observatoire de Paris*.  
© Relations internationales, Observatoire de Paris

## ► INTERNATIONAL : RENFORCEMENT DE LA COOPÉRATION AVEC LE BRÉSIL

Dans la logique d'une longue tradition de coopération scientifique, deux accords de partenariat ont été signés par l'Observatoire de Paris en novembre dernier avec deux établissements majeurs de recherche en astronomie brésiliens, l'Observatoire National (ON) de Rio de Janeiro et l'Institut d'Astronomie, de Géophysique et des Sciences Atmosphériques (IAG) de l'Université de Sao Paulo. Ces accords portent sur la coopération scientifique à travers le renforcement des échanges de chercheurs et enseignants-chercheurs, les collaborations universitaires par l'accueil d'étudiants, doctorants et post-doctorants, le développement de contributions communes dans les domaines instrumentaux et technologiques.



**SIGNATURE** de l'accord avec l'Université de Sao Paulo en présence de Beatriz Barbu, Directrice adjointe pour l'astronomie à l'IAG, du Président Daniel Egret, de Suely Vilela, Présidente de l'Université de Sao Paulo, et de Marcia Ernesto, Directrice de l'IAG.

**SIGNING** of the agreement with the University of Sao Paulo, in the presence of Beatriz Barbu, associate director for astronomy at IAG, President Daniel Egret, Suely Vilela, president of the University of Sao Paulo, and Marcia Ernesto, director of IAG.  
© Relations internationales, Observatoire de Paris

## INTERNATIONAL: REINFORCING COOPERATION WITH BRAZIL

In line with a long tradition of scientific cooperation, the *Observatoire de Paris* signed last November partnership agreements with two leading research institutions in astronomy in Brazil, the National Observatory (ON) of Rio de Janeiro and the Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences Institute (IAG) of the University of Sao Paulo. These agreements foster scientific cooperation thanks to the reinforcement of researcher and lecturer-researcher exchanges, university exchanges for PhD students and post-docs, and the development of joint projects in the instrumentation and technological fields.

## ► LES "GRANDS TRAVAUX" 2006 À L'OBSERVATOIRE DE PARIS

Sur le site parisien, prennent fin des travaux de consolidation des sous-sols des bâtiments dénommés "Ateliers d'artistes". Leurs aménagements vont permettre l'accueil des équipes IFRAF<sup>1</sup> et la création de nouveaux espaces destinés aux laboratoires du campus. Une salle de réunion, la salle André Danjon, y est d'ores et déjà terminée. Commencée cet été, la rénovation des fenêtres monumentales du bâtiment Perrault se poursuivra encore quelques mois.

Sur le campus de Meudon, outre la rénovation de la coupole, ont été réalisés l'extension d'un bâtiment permettant d'en doubler la surface, la réhabilitation et la rénovation de nombreux bureaux et salles de réunion dans divers bâtiments. Enfin, certains travaux de sécurité ont pu être entrepris sur les sites de Paris comme de Meudon.

## "MAJOR RENOVATION WORKS" 2006 AT THE OBSERVATOIRE DE PARIS

At the Paris site, strengthening of the basements of the buildings known as "artist studios" is nearly complete. After their conversion, they will house teams from IFRAF<sup>1</sup> and provide extra space for campus laboratories. A meeting room, named after André Danjon, is already finished. The renovation of the Perrault building monumental windows that began this summer will continue for several months. At the Meudon campus, besides the restoration of the dome, an addition to a building doubled its surface area, and a number of offices and meeting rooms in various buildings were renovated. Finally, works to improve security were carried out at both the Paris and Meudon sites.

[1] IFRAF : *Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids*. Voir "Les atomes froids, grand frisson de la recherche en Île-de-France", Magazine n°3, décembre 2005, pp. 6 et 7 ;

"Inauguration de l'IFRAF", Magazine n°5, juin 2006, p.5. / [1] IFRAF: *Ile de France Institute for Cold Atom Research*. See "Cold Atoms Send Shivers Through Research in Ile de France", *Observatoire de Paris: The Magazine*, no. 3, December 2005, pp 6-7; "Inauguration of IFRAF", *Observatoire de Paris: The Magazine*, no. 5, June 2006, p. 5.

## ► POSE DE LA PREMIÈRE PIERRE DE LA RÉSIDENCE BERTHELOT

Le 28 juin dernier était posée la première pierre de la future "Résidence Marcelin Berthelot". Ce dossier, dont l'initiative revient au Collège de France, a été mené en coopération entre la Ville de Meudon, la Région Île-de-France et une société de promotion immobilière. Il s'agit de construire, sur le terrain du Collège de France, en face du campus de Meudon de l'Observatoire de Paris, une résidence destinée à accueillir des chercheurs étrangers invités en France par divers organismes de recherche. Très concerné par le projet, l'Observatoire de Paris s'est engagé à y louer de façon permanente de 10 à 15 studios par an.

### RÉSIDENCE BERTHELOT: LAYING OF THE FIRST STONE

On 28 June, the first stone of the future "Résidence Marcelin Berthelot" was laid. The City of Meudon, the Île-de-France Region and a real state company carried out this project, an initiative of the Collège de France, jointly. Its aim is to build, on the Collège de France grounds, opposite the Observatoire de Paris Meudon campus, an apartment building to provide accommodation for foreign scientists invited to France by various research organizations. Highly interested in the project, the Observatoire de Paris plans to rent from 10 to 15 studios on a permanent basis.



**DE GAUCHE À DROITE :** Hervé Marseille, Maire de Meudon et Conseiller Général des Hauts-de-Seine, Isabelle Debré, Sénateur des Hauts-de-Seine, Daniel Egret, Président de l'Observatoire, François Goulard, Ministre délégué à la recherche, Marc Lipinski, Vice-Président du Conseil régional d'Île-de-France et Jean-Jacques Guillet, Député des Hauts-de-Seine.  
© Mairie de Meudon



**COUPOLE** de l'observatoire de Meudon et sa nouvelle couverture.  
Dome of the Meudon observatory and its new roof.

© Observatoire de Paris

## ► LES TRAVAUX DE LA COUPOLE DE MEUDON

Les travaux de couverture de la grande coupole sont terminés depuis cet été. L'escalier et la plate-forme du cimier ont été reposés, l'échafaudage doit être démonté prochainement. Suite à un essai *in situ* infructueux, la trappe d'observation doit repartir en atelier à Chaumont (52) pour des rectifications. Dès son retour, sa couverture en cuivre, son équipement mécanique et sa repose seront réalisés. S'ensuivront un travail de nettoyage à l'intérieur de la coupole et la remise en place des optiques de la grande lunette. L'inauguration devrait avoir lieu en juin 2007.

### WORKS ON THE MEUDON DOME

Works on the roof of the dome were completed this summer. The ladder and the top platform were put back and the scaffolding will be removed shortly. Following an unsuccessful on-site test, the observation trap must be sent back to the workshop for adjustments. Once the problem is fixed, the trap will be put back in its place and its copper roofing and mechanical equipment completed. Finally, the interior of the dome will be cleaned and the telescope optical components put back in place. The inauguration should take place in June 2007.

## ► UN SACRÉ LASCAR !...

Le projet LASCAR<sup>1</sup> a été initié par le pôle Capteurs et Automatismes de Bourges qui réunit l'Unité Scientifique de Nançay et l'équipe Automatique du Laboratoire Vision et Robotique de l'Université d'Orléans. Ce projet a pu être mis en place grâce à la contribution, aux côtés de l'Observatoire de Paris, du Conseil Général du Cher, de la Région Centre, de l'État français et de l'Europe. Il est mené dans le cadre d'une thèse de l'Université d'Orléans préparée par David Delouche, sous la direction de Frédéric Kratz, Professeur à l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges. Le sujet porte sur le développement d'un outil capable de localiser la présence d'anomalies et d'actionner des indicateurs de bon ou de mauvais fonctionnement du radiotélescope de Nançay.

### LASCAR

The LASCAR<sup>1</sup> project was initiated by the Bourges Sensors and Automatics pole, composed of the Nançay Scientific Unit and the Automatics team at the Vision and Robotics Laboratory of the University of Orléans. The project was made possible thanks to the contribution, jointly with the Observatoire de Paris, of the Région Centre, the French government and European sources. It is part of the work for a thesis at the University of Orléans by David Delouche, under the supervision of Frédéric Kratz, a professor at the Bourges Higher National School of Engineering. The thesis aims at developing a device capable of detecting anomalies and trigger indicators of correct or incorrect operation for the Nançay radio telescope.

[1] LASCAR : Logique et Automatisation de la Surveillance des Capteurs Appliqués au Radiotélescope de Nançay. / LASCAR is the French acronym for Logic and Automatisation of Sensor Monitoring for the Nançay Radio Telescope.



**CHARIOT DU RADIOTÉLESCOPE** décimétrique de la station de radioastronomie de Nançay, objet de la surveillance de LASCAR.

**TROLLEY OF THE DECIMETRIC RADIO** telescope of the Nançay radio astronomy station that will be monitored by LASCAR.  
© Bertrand Flouret, Observatoire de Paris



© Gérard Servajean, Observatoire de Paris

## ► DISTINCTIONS...

Françoise COMBES, de l'Académie des Sciences, astronome à l'Observatoire de Paris - LERMA a reçu, le 9 novembre dernier, la médaille de Légion d'honneur remise par le Président de l'Observatoire de Paris, en présence de ses nombreux collaborateurs et amis parmi lesquels Pierre Encrenaz, de l'Académie des Sciences, Fabienne Casoli, Directrice de l'Institut d'Astrophysique Spatiale - IAS, Véronique Bommier, Directrice adjointe du LERMA,...

Françoise COMBES, from the Academy of Sciences, astronomer at the Observatoire de Paris (LERMA), received, on 9 November, the Légion d'honneur medal from the President of the Observatoire de Paris, during a ceremony attended by her numerous colleagues and friends. Among these, Pierre Encrenaz, from the Academy of Sciences, Fabienne Casoli, director of the Space Astrophysics Institute (IAS), and Véronique Bommier, assistant director of LERMA.

**LES 3<sup>E</sup> TROPHÉES DU LIBRE** (Concours International du Logiciel Libre) viennent de récompenser d'un trophée d'or le logiciel Stellarium dans la catégorie "éducation". Stellarium est un planétarium montrant le ciel en 3D. Il a déjà dépassé les 100 000 téléchargements par mois. Gratuit, ludique et intuitif, c'est un logiciel de choix pour le grand public et les astronomes amateurs. L'initiateur et coordinateur de ce projet est Fabien CHÉREAU. Collaborateur de l'Observatoire de Paris durant trois ans dans l'équipe Gaia, il a rejoint l'ESO<sup>1</sup> en novembre dernier.

**THE THIRD TROPHÉES DU LIBRE** (International Contest for Free Software Developers) awarded the gold trophy in the "education" category to Stellarium, a computerized planetarium showing the sky in 3-D. Stellarium has been downloaded over 100,000 times per month. Free, recreational, and intuitive, it is an ideal software for amateur astronomers and the general public.

Fabien CHÉREAU is the project's creator and coordinator. He collaborated for three years with the Observatoire de Paris in the Gaia team and joined the European Southern Observatory (ESO) in November.

[1] ESO : European Southern Observatory

**Pour en savoir plus / Further information:** <http://www.tropheesdulibre.org> et <http://www.stellarium.org>

**Contact :** Frédéric Arenou - GEPI, Observatoire de Paris, + 33 (0)1 45 07 78 49, [frederic.arenou@obspm.fr](mailto:frederic.arenou@obspm.fr)



**LE CIEL** du 8 décembre à Meudon, copie d'écran du site <http://www.stellarium.org>

**THE SKY** on 8 December at Meudon. Screen copy from the site <http://www.stellarium.org>

# ANTARCTIQUE, TERRE D'AVENIR POUR L'ASTRONOMIE

## ANTARCTICA: LAND OF THE FUTURE FOR ASTRONOMY

**L'Année polaire internationale (2007-2008) sera l'occasion de donner un coup de fouet à la science en Arctique et en Antarctique. Et, pour l'astronomie, de démontrer qu'elle a toute sa place sur ces terres hostiles.**

The International Polar Year (2007-2008) will be the opportunity to give science in Antarctica and the Arctic a boost. And for astronomy to prove that it has its place in those inhospitable lands.

Le 1<sup>er</sup> mars 2007 débutera la quatrième Année polaire internationale (API). Grâce à cet événement, coordonné par le Conseil international pour les sciences - ICSU<sup>1</sup> et par l'Organisation météorologique mondiale - OMM, des dizaines de pays se fixent pour objectif d'explorer de nouvelles frontières scientifiques aux deux pôles. En tout, ce ne sont pas moins de 209 projets labellisés "API" qui vont être lancés. L'API sera l'occasion de mener des expéditions dans le sillage de celles de Paul-Emile Victor, par exemple une traversée de l'Antarctique à laquelle sont associés six pays, dont la France; de mettre sur pied de nouveaux moyens d'accès, notamment un brise-glace sud-coréen; d'effectuer des recherches dans les domaines du climat ou de l'ethnologie...; sans oublier d'importants programmes concernant l'astronomie.

**Car l'Antarctique constitue une terre d'avenir** pour cette discipline. Du moins, certains sites de cette zone. La base Concordia, par exemple. Administrée par les Français et les Italiens conjointement, elle est probablement le meilleur site d'observation du monde dans les domaines du visible et de l'infrarouge. Le ciel y est d'une pureté incomparable, supérieure à celle du Chili. « Comme elle se situe à 3 200 mètres d'altitude, au faite du Dôme C, Concordia n'est pas soumise aux vents catabatiques que l'on rencontre sur les autres bases scientifiques en Antarctique : l'atmosphère n'y est donc pas aussi turbulente », explique Vincent Coudué du Foresto, astronome à l'Observatoire de Paris. De fait, plusieurs pays ont compris le potentiel de l'Antarctique en matière d'astronomie. Les États-Unis qui, sur la base Amundsen-Scott, développent SPST<sup>2</sup>, un projet de télescope de dix mètres observant dans le submillimétrique. Ou les Chinois qui envisagent d'implanter une base scientifique au Dôme A, à 4 200 mètres d'altitude.

Mais la France n'est pas en reste. Avec l'Italie, elle souhaite profiter de l'excellence du site de Concordia pour y développer des programmes astronomiques. Le programme Stella Antarctica<sup>3</sup> labellisé "API", mené et soutenu par des scientifiques français, entend promouvoir la réalisation d'un très grand observatoire international au Dôme C.

[1] ICSU : International Council for Science.  
Founded in 1931, ICSU is a non-governmental organization.  
[2] SPST : South Pole Submillimeter Telescope  
[3] Pour voir la liste des projets français retenus / The complete list of approved French projects can be found at:  
<http://www.ifremer.fr/ifrtp/pages/API%202007-2008/proscientfr.html>

The fourth International Polar Year (IPY) will begin on 1<sup>st</sup> March 2007. Thanks to this event, coordinated by the International Council for Science (ICSU)<sup>1</sup> and the World Meteorological Organization (WMO), dozens of countries will explore new scientific frontiers in both poles. In all, 209 "IPY" projects will be launched. The IPY will provide the opportunity for carrying out expeditions in the wake of those led by Paul-Emile Victor, for example, a crossing of Antarctica in which six countries will participate, France among them; establishing new means of access, in particular a South Korean ice-breaker; carrying out research in fields ranging from climate to social anthropology, not to mention some important programs in astronomy.

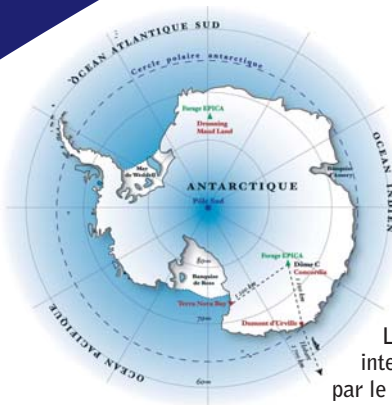
**Antarctica is a land of the future for astronomy;** at least certain sites in that region, such as the Concordia Station. Jointly managed by the French and the Italians, it is probably the best observation site in the world for the visible and infrared domains. There, the sky is of unmatched purity, better than in Chile. "Since it is located at an altitude of 3,200 metres, at the summit of Dome C, Concordia is not subject to the katabatic winds that blow at the other scientific stations in Antarctica, and therefore the atmosphere at the site is not so turbulent", explains Vincent Coudué du Foresto, an astronomer at Observatoire de Paris. Several countries have understood Antarctica's potential for astronomy. For example the United States which operate the 10-meter South Pole Submillimeter Telescope (SPST) at the Amundsen-Scott Station. Or the Chinese, who are poised to establish a scientific station at Dome A, at an altitude of 4,200 meters. But France is not to be outdone. Together with Italy, it plans to take advantage of the excellent conditions at Concordia to develop several astronomical programs. The Stella Antarctica program<sup>3</sup>, labelled "IPY", run and supported by French scientists, seeks to develop a very large international observatory at Dome C.

### DEUX PROJETS DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS EN ANTARCTIQUE

L'Observatoire de Paris se propose de mettre sur pied deux programmes de recherche dans les prochaines années, avec ses partenaires. Aladdin est un interféromètre, d'un coût de 20 millions d'euros, composé de télescopes d'un mètre tournant en cercle sur des rails, destiné à démontrer la faisabilité d'une importante mission de l'Agence spatiale européenne, Darwin, prévue à l'horizon 2015 et destinée à recenser les planètes habitables autour des étoiles proches du Soleil et d'y chercher des signes d'activité végétale. Le second instrument, Siamois, étudiera les tremblements stellaires : il s'agit d'étudier les oscillations lumineuses des étoiles au moyen d'un interféromètre couplé à un spectromètre. D'un montant estimé à 800.000 euros, Siamois fait actuellement l'objet d'une étude de faisabilité.

### TWO PROJECTS OF THE OBSERVATOIRE DE PARIS IN ANTARCTICA

The Observatoire de Paris intends to establish two research programs in the coming years, in partnership. Aladdin is a 20-million-euro interferometer, made up of one-metre telescopes mounted on a rotating truss, and will prepare the Darwin mission of the European Space Agency, whose aim is to find earth-like habitable planets in the solar neighborhood, and to analyze their atmosphere in search for markers of biological activity. The second instrument, Siamois, will study stellar oscillations through the observation of vibrations of the light from the stars using an interferometer coupled with a spectrometer. With an estimated cost of 800,000 euros, Siamois is presently undergoing a feasibility study.



**CONCORDIA** se situe au faite d'une éminence à 3 200 m d'altitude baptisée Dôme C. Située dans l'intérieur des terres, elle évite ainsi une exposition aux vents catabatiques qui créent de la turbulence dans l'atmosphère.

Pour s'y rendre, il faut au choix passer par la base française de Dumont d'Urville ou celle, italienne, de Terra Nova Bay. Toutes deux se trouvent à plus de 1 000 km de Concordia.

**CONCORDIA** is located on one of the high points (known as Dome C) of the Antarctic plateau. Its inland location protects the station from the katabatic winds that produce atmospheric turbulence.

It may be reached going through either the French Dumont d'Urville Station or the Italian Terra Nova Bay Station, both of which are more than 1,000 km from Concordia.

© Jean-Paul Humblot, Institut polaire français Paul Émile Victor - IPEV

### Contact :

Vincent COUDÉ DU FORESTO  
Astronome  
LESIA  
+ 33 (0)1 45 07 79 61  
vincent.foresto@obspm.fr



La base franco-italienne **CONCORDIA** au Dôme C.

The **CONCORDIA** French-Italian Station at Dome C.

© Yves Frenot, IPEV



Installé en 2000, le programme **CONCORDIASTRO** destiné à étudier la qualité du ciel a révélé que la couverture nuageuse n'empêche l'observation que 10% du temps en hiver.

Started in 2000, the **CONCORDIASTRO** program for the study of the quality of the sky revealed that the cloud cover only prevents observations 10 percent of the time in winter.

© Yves Frenot, IPEV

# TROIS QUESTIONS À... ÉRIC FOSSAT,

Astrophysicien au Laboratoire universitaire d'astrophysique de Nice

## THREE QUESTIONS TO... ÉRIC FOSSAT,

Astrophysicist at the Astrophysics Laboratory of the University of Nice

**Il est l'astronome qui a découvert le potentiel de l'Antarctique en matière d'astronomie. Il est également l'homme qui a fondé l'héliosismologie, c'est-à-dire l'étude des mouvements sismiques du Soleil. Bref, un nouveau pionnier de l'astronomie.**

He is the man who discovered Antarctica's potential for astronomy and the founder of helioseismology--the study of the interior of the Sun from observations of the vibrations of its surface. In short, he is one of the pioneers of modern astronomy.

### Comment avez-vous découvert l'intérêt que représente l'Antarctique pour l'astronomie ?

Je me suis rendu trois fois sur la base américaine Amundsen-Scott, qui se trouve au pôle Sud géographique, en 1979, 1982 et 1984. C'est un site très intéressant pour ceux qui étudient le Soleil comme moi car, en été, on peut y travailler trois mois d'affilée, à un moment de l'année où le Soleil ne disparaît jamais du ciel. Or, justement, mes recherches nécessitaient de très longs temps de pose. Elles concernaient l'héliosismologie, une discipline naissante à l'époque, qui consiste à observer les oscillations de la surface du Soleil pour en déduire la structure interne. Mais même là-bas ces mois d'été n'empêchent pas que notre astre soit dissimulé la moitié du temps par des nuages...

### Alors pourquoi l'astronomie revient-elle en force sur la base de Concordia ?

Parce que, depuis quelques années, la base franco-italienne Concordia est ouverte à la recherche durant l'hiver. Or, c'est un site absolument fabuleux à cette période de l'année. Installée en 2000, l'expérience Concordiastro destinée à étudier la qualité du ciel a révélé que la couverture nuageuse n'empêche l'observation que 10% du temps à cette saison, lorsque règne une nuit permanente propice aux observations longues. Site de tous les superlatifs, il offre aussi l'atmosphère la plus stable du monde, paramètre si important pour les grands télescopes modernes. L'atmosphère froide et sèche permettra notamment des études du ciel dans l'infrarouge qui étaient jusqu'ici réservées aux instruments spatiaux.

### Vous croyez donc au développement d'un observatoire de la classe du VLT à Concordia ?

En 1999, quand Concordia a commencé à être construit, nous étions deux ou trois astronomes à pressentir son potentiel. Aujourd'hui, l'ensemble de la communauté est convaincu qu'on y fera de grandes choses. En 2008, A-STEP<sup>1</sup>, un télescope de l'Observatoire de la Côte d'Azur et de l'Université de Nice, de 30 ou 40 cm, y sera installé pour étudier la sismologie des étoiles et rechercher des transits d'exoplanètes. La même année, les Italiens y établiront IRAIT<sup>2</sup>, un télescope de 80 cm. Dans une vingtaine d'années, un grand observatoire international composé de plusieurs instruments spécialisés dans l'infrarouge y sera peut-être édifié. Nous militons dans ce sens en proposant le projet Keops, composé de 36 télescopes d'1,50 m à 2 m répartis sur un kilomètre carré. Bien sûr, le grand froid induit des difficultés techniques, mais nous avons 10 ou 15 ans devant nous pour les résoudre !

(1) A-STEP : Antarctica Search for Transiting Extrasolar Planets.

Pour connaître l'ensemble des partenaires, voir le site / The complete list of partners can be found at: <http://www.obs-nice.fr/guillot/ASTEP/team.html>

(2) IRAIT: International Robotic Antarctic Infrared Telescope.

### How did you discover the interest for astronomy that Antarctica represents?

I stayed three times at the American Amundsen-Scott South Pole Station, in 1979, 1982, and 1984. It is a very interesting place for those who, like myself, study the Sun, because in the summer one can work three consecutive months, at a period of the year when the Sun never disappears from the sky. That was precisely what I needed, for my research required very long exposure times. I was working in helioseismology, a new discipline at the time, which consists in observing the vibrations of the Sun's surface in order to deduce its internal structure. But even over there, during those summer months, the Sun is still half of the time hidden behind the clouds...

### Then why is astronomy making such a strong comeback at the Concordia base?

Because for several years now the French-Italian Concordia Station is open for research during the winter. It is an absolutely fabulous place at that time of the year. Started in 2000, the Concordiastro program for the study of the quality of the sky showed that the cloud cover only prevents observations 10 percent of the time during this season, when the continuous night permits long observations. This superb site also offers the most stable atmosphere anywhere in the world, a very important parameter for the large telescopes now in use. In particular, the cold and dry atmosphere will allow the study of the sky in infrared, which until now was restricted to space instruments.

### Do you therefore believe in the development of a VLT class observatory at Concordia?

In 1999, when the construction of Concordia began, we were only two or three astronomers to foresee its potential. Today, the entire astronomical community is convinced that we can achieve great things over there. In 2008, A-STEP<sup>1</sup>, a 30 or 40 cm telescope of the Côte d'Azur Observatory and the University of Nice will be installed there to study the seismology of stars and search for transits of exoplanets. That same year, the Italians will set up IRAIT<sup>2</sup>, an 80 cm telescope. In twenty years or so, a large international observatory equipped with several instruments specially designed for infrared observations will perhaps be built there. We are working in that direction by proposing the Keops project: 36 telescopes of diameters between 1.5 and 2 m, spread over one square kilometre. Of course, we are aware of the technical difficulties imposed by the extreme cold, but we have 10 or 15 years to overcome them!



ÉRIC FOSSAT expose l'intérêt de l'Antarctique pour l'astronomie à l'occasion d'Explor'espace 2005, à Cannes.

ÉRIC FOSSAT explaining the interest Antarctica represents for astronomy at Explor'espace 2005, in Cannes. © Pierre et Martine Saby

### Contact :

ÉRIC FOSSAT  
LUAN  
+33 (0)4 92 07 63 43  
eric.fossat@unice.fr

### PROFIL

Né en 1944, Éric Fossat est titulaire d'un doctorat es sciences obtenu à Nice en 1975. Intégré en 1967 au Laboratoire universitaire d'astrophysique de Nice, il a consacré l'essentiel de sa carrière à l'héliosismologie et à la constitution d'un réseau de télescopes autour de la Terre baptisé Iris permettant, lui aussi, d'observer le Soleil de façon continue.

Responsable scientifique du programme Concordiastro visant à qualifier le site de Concordia pour l'astronomie, il est responsable du groupe "Astronomie au Dôme C" de l'INSU<sup>3</sup>. Auteur de près de 200 publications, il a reçu en 1980 la médaille de bronze du CNRS et, en 2002, le Prix du rayonnement français de l'association *Réalités et Relations Internationales*.

### PROFILE

Born in 1944, Éric Fossat received his PhD in Physics from the University of Nice in 1975. In 1967 he joined the Astrophysics Laboratory of the University of Nice and devoted most of his career to helioseismology and the deployment of a network of telescopes around the world known as Iris, which allows the observation of the Sun in a continuous fashion.

He is principal investigator of the Concordiastro program and chairman of the INSU<sup>3</sup> group "Astronomy at Dome C". The author of nearly 200 publications, in 1980 he received the CNRS Bronze Medal and in 2002 the *Prix du rayonnement français* from the *Réalités et Relations Internationales* Association.

(3) INSU : Institut National des Sciences de l'Univers / National Institute of Universe Sciences



# BRAIN : PLUS LOIN DANS LA COSMOLOGIE

## BRAIN: TAKING COSMOLOGY FURTHER



**L'INSTRUMENT** destiné à démontrer le fonctionnement de Brain installé à Concordia.

**INSTRUMENT** to demonstrate the operation of Brain at Concordia.  
© Cyril Dufour, APC

### Contact :

**Michel PIAT**  
Maître de conférence à l'Université Paris 7  
APC  
+33 (0)1 44 27 14 47  
piat@apc.univ-paris7.fr



**DÉMONSTRATEUR** d'interférométrie bolométrique à 90 gigahertz pour Brain, fonctionnant à température ambiante. L'onde incidente est captée par les deux cornets visibles à droite, puis déphasée par les dispositifs optiques contenus dans les boîtiers noirs. Après le mélange des deux ondes ainsi obtenues, l'intensité du signal est mesurée par un bolomètre refroidi à 4 kelvins dans le cryostat visible en arrière-plan.

**DEMONSTRATOR** of bolometric interferometry at 90 gigahertz for Brain, operating at room temperature. The incident wave is received by the two horns shown on the right, and then phase shifted by the optical devices inside the black cases. After the two resulting waves are mixed, the signal intensity is measured by a bolometer cooled to 4 degrees Kelvin in the cryostat appearing in the background.  
© APC

Lorsqu'il sera construit, l'instrument Brain, à Concordia, permettra d'affiner notre connaissance des paramètres cosmologiques. Mais aussi, en détectant les traces des ondes gravitationnelles primordiales, d'en savoir plus sur l'inflation, une époque mystérieuse pendant laquelle l'Univers a brutalement "enflé". Brain est proposé par le laboratoire Astroparticule et Cosmologie - APC.

After it is built, the Brain instrument, at Concordia, will allow astronomers to refine their knowledge of the cosmological parameters. In addition, through the detection of traces of primordial gravitational waves, they will be able to learn more about inflation, a mysterious period during which the universe "swelled" dramatically. Brain is a project being proposed by the Astroparticle and Cosmology Laboratory (APC).

La théorie de la relativité générale d'Albert Einstein les a prévues. Mais, à ce jour, personne ne les a directement observées. "Elles", ce sont les ondes gravitationnelles. Installé en Antarctique sur la base Concordia, un instrument proposé par le laboratoire APC, pourrait tenter de détecter leurs effets. À la base de Brain – c'est le nom de l'expérience – se trouvent des bolomètres : des détecteurs qui ont pour propriété de s'échauffer légèrement lorsqu'une particule les heurte. Pour la première fois, trois matrices de 256 bolomètres, comparables aux matrices des caméras CCD, seraient assemblées et disposées à distance les unes des autres afin de créer un interféromètre<sup>1</sup>. Pour permettre le fonctionnement de ces détecteurs, chacune de ces matrices devrait être refroidie dans un cryostat pour atteindre une température proche du zéro absolu, 300 millikelvins.

### En savoir plus sur l'Univers primordial

« Brain observera le rayonnement fossile cosmologique, un rayonnement produit 300 000 ans après le Big Bang, visible sur l'ensemble du ciel et dont les fluctuations nous renseignent sur la structure de l'Univers à cette époque lointaine », explique Michel Piat, maître de conférence à l'Université Paris 7 et instrumentaliste du laboratoire APC. Une part non négligeable de cette lumière venue du fond des âges, 10% environ, se présente sous une forme polarisée, ce qui signifie qu'elle est formée d'un champ électrique dont la direction est caractéristique. Cette portion du rayonnement fossile, que Brain analysera finement, n'a que peu été étudiée à ce jour.

« Or, la manière dont cette lumière est polarisée dépend de la valeur des paramètres cosmologiques. Brain sera donc capable d'augmenter la précision avec laquelle ces paramètres - fondamentaux pour la cosmologie - sont connus, par exemple, la densité de l'Univers ou la constante de Hubble », indique Éric Breelle, ingénieur de recherche CNRS à APC, en partance pour l'Antarctique.

Mais il y a mieux. Ce sont les ondes gravitationnelles créées dans la foulée du Big Bang, 10<sup>-35</sup> secondes après, qui sont à l'origine d'une petite partie de la polarisation du rayonnement fossile. S'ils réussissent à mesurer les traces laissées par ces ondes gravitationnelles, les chercheurs obtiendront des renseignements sur l'inflation, une période mystérieuse des débuts de l'Univers au cours de laquelle celui-ci a vu son volume augmenter considérablement.

Pour l'heure, Brain n'est encore qu'un projet prévu pour 2010, mené avec quatre universités d'Italie et de Grande-Bretagne. Cependant, un instrument destiné à démontrer le fonctionnement d'une telle expérience a déjà été installé à Concordia. Et un prototype de l'appareil final devrait y être établi dès l'an prochain.

They were predicted by Einstein's general theory of relativity, but no one has yet directly observed them. "They" are gravitational waves. Located at the Concordia Station in Antarctica, an instrument proposed by the APC Laboratory, might try to detect their effect. The basic principle of Brain--such is the name of the experiment--involves the use of bolometers, detectors with the property of slightly rising their temperature when hit by a particle. For the first time, three 256-bolometer arrays, similar to the matrices in CCD cameras, would be assembled and positioned at a certain distance from each other in order to create an interferometer<sup>1</sup>. For these detectors to operate, each array has to be cooled in a cryostat until it reaches a temperature close to the absolute zero, 300 millikelvins.

### Learning more about the primordial universe

"Brain will observe the cosmic background radiation (CBR), which took place 380,000 years after the Big Bang. This radiation is present all over the sky and its fluctuations contain information on the structure of the universe at that distant time", explains Michel Piat, senior lecturer at the Paris 7 University and instrumentation scientist at the APC laboratory. A non-negligible part of this light coming from the dawn of the Universe, approximately 10 percent, appears in polarized form, that is, as an electric field of a particular direction. This part of the CBR, which Brain will analyze in depth, has not been well-studied so far.

"The way this light is polarized depends on the value of the cosmological parameters. Brain will be able to increase the accuracy of our knowledge of these parameters--which are fundamental in cosmology-- the density of the universe and Hubble's constant, for example", observes Éric Breelle, CNRS research engineer at APC, soon to travel to Antarctica.

But there is more. It is the gravitational waves created in the aftermath of the Big Bang, 10<sup>-35</sup> seconds later, that are at the origin of a small part of the CBR's polarization. If researchers manage to measure the traces left by these gravitational waves, they will obtain information about inflation, a mysterious period at the beginning of the universe during which its volume significantly increased.

For the moment, Brain is still only a project to be implemented in 2010 in collaboration with four Italian and British universities. However, an instrument designed to demonstrate how such an experiment works has already been set up at Concordia, and a prototype of the final device should already be in place next year.

[1] Méthode d'observation astrophysique consistant à combiner la lumière provenant de deux télescopes, ou plus, pour simuler un télescope de plus grand diamètre / A method of observation in astrophysics which combines light coming from two or more telescopes to simulate a telescope of larger diameter.



PORTRAIT SENSIBLE...

# CYRIL DUFOUR, DANS LE TOURBILLON DE LA RECHERCHE

## CYRIL DUFOUR: IN THE VORTEX OF RESEARCH

Pour tous ceux qui sont passionnés par les projets d'astronomie en Antarctique, le nom de Cyril Dufour évoque l'aventure dont chacun rêve. En effet, cet ingénieur a participé à la première campagne d'observation astronomique dans le domaine millimétrique à Concordia...

For all those with a passion for astronomy projects in Antarctica, the name Cyril Dufour evokes the adventure everybody dreams of. And for a reason: this engineer participated in the first astronomical observation campaign in the millimetric domain at Concordia.

Tout est allé si vite. En 1998, Cyril Dufour, titulaire d'un bac+3 est embauché au sein du laboratoire Astroparticule et Cosmologie - APC. « *Il n'y a pas, dans le privé, d'équivalent au poste que j'ai trouvé au laboratoire : je voyage, je suis formé de manière permanente pour rester au meilleur niveau dans mon secteur, je travaille dans un lieu chargé d'histoire, le Collège de France<sup>1</sup>...* », se réjouit Cyril Dufour. Et, surtout, « *je n'ai jamais le temps de m'ennuyer* ». À peine embauché, cet assistant ingénieur, dont la mission consiste à participer à la conception et à la réalisation des instruments scientifiques d'APC, part pour les Pyrénées. Là, il collabore à la transformation de l'ancienne centrale solaire d'EDF, Thémis, en observatoire des rayons gamma cosmiques. Il participe à l'étalonnage de l'instrument HFI - High Frequency Instrument du satellite Planck de l'ESA qui observera le rayonnement fossile cosmologique. Et part à Kiruna, en Suède, à l'occasion du lancement d'un ballon portant une expérience dont il a réalisé l'enregistreur. « *Des programmes de recherche différents, des gens différents, des milieux différents, des pays différents... J'adore ça !* », résume-t-il.

### 24 jours à Concordia

Sa plus belle, sa plus grande aventure, Cyril Dufour l'a vécue voici un an. Pendant 24 jours, il a vécu sur la base franco-italienne de Concordia, en Antarctique. Aujourd'hui encore, cette expérience semble marquer ce jeune homme de 33 ans. Bien que la matinée soit fraîche, il ne porte qu'un léger tee-shirt, comme si le froid n'avait plus prise sur lui. Un tee-shirt avec, au niveau du cœur, le dessin du continent Antarctique. Sur place, les conditions sont difficiles. Température : -30 à -50°C. « *Le scotch ne colle plus, les câbles en cuivre cassent comme des allumettes* », note-t-il. Mais lui et ses collègues italiens parviennent à faire fonctionner leur « *manip* » de caractérisation du ciel destinée à préparer le terrain pour l'instrument Brain<sup>2</sup>. Et à faire en sorte qu'elle puisse être contrôlée à distance, depuis l'Europe, pendant les durs mois d'hiver austral. De cette aventure, il retient avant tout la qualité des relations humaines. Hommes et femmes se révèlent profondément solidaires entre eux. « *Toutes les barrières tombent entre les gens, décrit-il. Il n'y a plus de frontière entre les labos, les disciplines, les pays...* », murmure-t-il. Peut-être n'y a-t-il que la science pour permettre cela.

[1] Jusqu'ici hébergé par le Collège de France, le laboratoire Astroparticule et Cosmologie - APC déménage actuellement vers de nouveaux locaux où l'ensemble des équipes seront regroupées à Tolbiac - Rive Gauche au sein de l'Université Paris 7. / Until now housed at the Collège de France, the Astroparticle and Cosmology Laboratory is presently moving into its new quarters at the Tolbiac-Rive Gauche site of Paris 7 University, where all its teams will be together.

[2] Voir article dans ce même numéro, page 8 / See article on p.8.

Everything happened very fast. In 1998, Cyril Dufour, having completed his Bac+3 degree, was hired by the Astroparticle and Cosmology Laboratory (APC). « *The position I occupy at the laboratory has no equivalent in the private sector: I travel, I continue to be trained at the top level of my field, and I work at a place loaded with history, the Collège de France<sup>1</sup>* », says a delighted Cyril Dufour. And, above all, « *there is never a dull moment* ». As soon as he was hired, this assistant engineer, whose job is to participate in the design and construction of APC's scientific instruments, was sent off to the Pyrénées. There, he collaborated in the transformation of the former EDF Thémis solar plant into a cosmic gamma-ray observatory. He also participated in the calibration of the High Frequency Instrument on the ESA Planck satellite that will observe the cosmic background radiation. He then travelled to Kiruna, Sweden, for the launch of a balloon carrying an experiment whose recorder he built. « *Different research programs, people, environments, and countries. I love it!* » he says.

### Twenty four days at Concordia

He had his greatest adventure a year ago, when he stayed for twenty-four days at the French-Italian Concordia Station, in Antarctica. Still today, this 33-year-old young man remains marked by the experience. On this chilly morning, he is wearing only a light t-shirt, as if no longer affected by the cold—a t-shirt with the picture of Antarctica near his heart. Conditions at the site are difficult, with temperatures in the -30 to -50°C range. « *The adhesive tape does not stick and copper cables snap like wooden matches* », he observes. But he and his Italian colleagues still managed to operate their sky characterization « *manipulator* », which will pave the way for the Brain<sup>2</sup> instrument. And to set it up so that it could be controlled at a distance from Europe during the harsh southern winter months. From this experience, what he remembers most is the quality of human relations. Men and women feel a deep solidarity with each other. « *All barriers between people break down. There are no longer boundaries between laboratories, disciplines, countries...* » he whispers. Something that perhaps only science can achieve.



SOIRÉE "PASTA" organisée par les collègues italiens de la base Concordia.

"PASTA" EVENING organized by the Italian colleagues of the Concordia Station.

© C.Dufour, APC



© J.M. Gerber

### Contact :

Cyril DUFOUR  
Ingénieur  
APC  
+ 33 (0)1 57 27 61 87  
dufour@apc.univ-paris7.fr

### HIVERNAGE

Le premier à "hiverner" à Concordia fut Karim Agabi du Laboratoire universitaire d'astrophysique de Nice - LUAN lors de l'hiver 2005. Ingénieur de recherche, il a reçu le Cristal du CNRS pour l'en féliciter. En 2006, il y a aussi un seul hivernant astronome, Éric Aristidi du LUAN (formé à l'Ecole Doctorale Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France à l'Observatoire de Paris). En 2007, il est prévu que trois hivernants astronomes, deux Français et un Italien, rejoignent les équipes de Concordia.

The first to spend the winter at Concordia was Karim Agabi, from LUAN, in the winter 2005. In 2006, there was also only one astronomer wintering at the station, Éric Aristidi, from LUAN too (who studied at the Île-de-France Astronomy and Astrophysics Doctoral School). In 2007, three astronomers are expected to join the teams spending the winter at Concordia.



# STEREO EN ORBITE !

STEREO IN ORBIT!



**ÉQUIPE STEREO/WAVES DU LESIA.**  
LESIA'S STEREO/WAVES TEAM.  
© G. Servajean, Observatoire de Paris

Les deux satellites du projet STEREO, une mission scientifique de la NASA dédiée à l'étude des relations Soleil-Terre, ont été mis sur orbite jeudi 26 octobre 2006. À la grande satisfaction de l'équipe plasma du LESIA impliquée dans le programme en tant qu'investigateur principal de l'instrument radio-plasma S/Waves et co-investigateur de l'expérience SECCHI.

The twin satellites of the STEREO project, a NASA scientific mission to study solar-terrestrial relations, were placed into orbit on Thursday 26 October, 2006. To the great satisfaction of LESIA's plasma team, which participates in the program as principal investigator of the S/WAVES radio plasma instrument and co-investigator of the SECCHI experiment.

## Contacts :

**Jean-Louis BOUGERET**  
Directeur de recherche CNRS  
LESIA  
Investigateur Principal  
STEREO/WAVES  
+33 (0)1 45 07 77 04  
jean-louis.bougeret@obspm.fr

**Carine BRIAND**  
Astronome-adjoint  
LESIA  
+33 (0)1 45 07 77 03  
carine.briand@obspm.fr

Acronyme de "Solar TERrestrial RELations Observatory", la mission STEREO<sup>1</sup> va permettre de déterminer l'origine, la propagation dans le milieu interplanétaire et les conséquences pour la Terre, des "éjections de masse coronale" (*Coronal Mass Ejection* ou CME). Ces CME sont parmi les plus importantes perturbations survenant fréquemment dans le Système solaire et peuvent projeter vers la Terre jusqu'à 10 millions de tonnes de gaz ionisé à une vitesse de plus de 1 million de km/h. À bord de chacun des deux satellites, quatre instruments dont deux impliquent à l'Observatoire de Paris des équipes du Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique - LESIA : S/WAVES, un détecteur en ondes radio construit et testé au LESIA qui permettra le diagnostic de l'apparition et de la propagation des perturbations radio et SECCHI qui va fournir des images en ultraviolet et dans le visible.

## Déploiement réussi

Les deux satellites sont en excellente santé. Les panneaux solaires se sont parfaitement déployés et les batteries sont complètement chargées. Les deux satellites sont maintenant sur une orbite très elliptique qui les amène jusqu'à l'orbite de la Lune. D'ici le 21 janvier, les deux satellites seront placés sur leurs orbites finales dans le plan de l'écliptique : l'un prenant régulièrement de l'avance par rapport à la Terre, l'autre du retard. Les récepteurs de l'instrument S/WAVES sur les satellites A et B ont été mis sous tension puis étalonnés. Les antennes des satellites A et B ont ensuite été déployées avec succès, et les premières mesures ont été enregistrées. Désormais, les données arrivent régulièrement au "Stereo Science Center". De là, elles sont rapatriées par les diverses équipes scientifiques impliquées (LESIA, Universités de Berkeley et de Minnesota, Goddard Space Flight Center) et analysées localement. Les premiers spectres dynamiques montrent l'excellence des données. Elles sont également comparées avec les données de WAVES à bord du satellite WIND.

[1] Voir article "Un laboratoire en STEREO", Magazine de l'Observatoire n°1, mars 2005, p.11 / See "A Stereo Laboratory", Observatoire de Paris: The Magazine, no. 1, March 2005, p.11.

The STEREO<sup>1</sup> (for Solar TERrestrial RELations Observatory) mission will allow scientists to determine the origin, propagation through the interplanetary medium and consequences for the Earth of coronal mass ejections, or CME. These are among the most important frequent disturbances in the Solar system, and they can eject towards the Earth up to 10 million tons of ionized gas with a speed of more than one

million km/h. Each of the two satellites carries four instruments, two of which involve teams from the Laboratory for Space Studies and Astrophysics Instrumentation (LESIA) of the Observatoire de Paris: S/WAVES, a radio wave detector built and tested at LESIA for determining the presence and propagation of radio disturbances, and SECCHI, which will provide images in the ultraviolet and visible domains.

## A successful deployment

Both satellites are in excellent health. Their solar panels deployed perfectly and the batteries are fully charged. The twin spacecrafts are presently on a strongly elliptic orbit, which takes them just beyond the Moon. By 21 January both satellites will be placed in their final orbits in the ecliptic plane: one of them ahead of the Earth in its orbit and the other behind. The S/WAVES receptors on satellites A and B were switched on and then calibrated. The antennas on satellites A and B successfully deployed and the first measurements were recorded. Data are

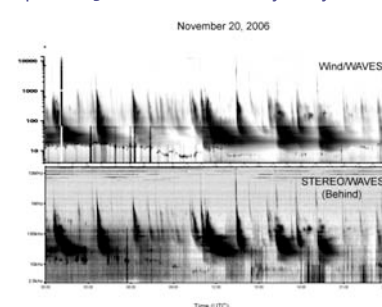
steadily arriving at the Stereo Science Center. From there, they are made available to the various scientific teams involved (LESIA, University of Berkeley, University of Minnesota, and Goddard Space Flight Center) and locally analyzed. The first dynamic spectra

show the excellent quality of the data. These are also compared with data from WAVES on the WIND satellite.



**DÉCOLLAGE DE LA FUSÉE DELTA II** qui emporte les deux satellites STEREO le 26/10/2006 à 0 :52 (UT).

**LAUNCH OF THE DELTA II ROCKET** carrying aboard the two STEREO satellites on 26 October 2006 at 0:52 (UT).  
© Courtesy : Boeing / Carleton Bailie



**PARMIS LES PREMIERS RÉSULTATS DE S/WAVES** : spectres dynamiques obtenus à partir de WIND et de STEREO (B) qui montrent une très belle série d'émission de type III.

**AMONG THE FIRST RESULTS FROM S/WAVES**: dynamic spectra obtained from WIND and STEREO (B) showing a beautiful series of type III emissions.  
© Courtesy : M.L. Kaiser, NASA/STEREO

# EN MATIÈRE DE DÉFLEXION, LE SYRTE EN CONNAÎT PLUS D'UN RAYON

## IN DEFLECTION MATTERS, SYRTE HAS THE EXPERTISE

Son lancement est prévu pour 2010 ou 2011. Beaucoup d'espoirs sont placés dans le satellite Gaia qui va fournir une cartographie très précise de la portion de la Voie lactée qui entoure le Système solaire. La multiplicité des instruments à son bord, en fait un observatoire complet, y compris en physique fondamentale, une des spécialités de l'équipe "théorie relativiste des systèmes de référence" du laboratoire Systèmes de Référence Temps-Espace - SYRTE.

High expectations are placed on Gaia, a satellite to be launched around 2010 to draw up a very precise map of the region of the Milky Way around the Solar system. It carries aboard a complete set of instruments, including some to perform experiments in fundamental physics, one of the fields of expertise of the "relativistic reference system theory" team at the Time-Space Reference System Laboratory (SYRTE).

Grand successeur du satellite Hipparcos, Gaia<sup>1</sup> devrait relever la position précise de plus d'un milliard d'étoiles ainsi que leur vitesse de déplacement. Placés en orbite autour du point de Lagrange L2 – un point de stabilité à 1,5 millions de kilomètres de la Terre dans la direction opposée au Soleil –, les trois télescopes de Gaia permettront de couvrir l'ensemble du ciel et d'enregistrer toutes les sources visibles. En outre, au cours de sa mission de 5 ans, Gaia permettra d'observer avec une précision inégalée les effets de la relativité générale, notamment la manière dont les corps du Système solaire dévient la lumière en provenance des étoiles de l'ensemble du ciel.

### Physique fondamentale

Toute particule, d'énergie non nulle, est attirée par les corps massifs. C'est aussi le cas de la lumière et la déflexion des rayons lumineux est ainsi une prédiction spectaculaire de la relativité générale.

L'ampleur de cette déflexion est proportionnelle à l'intensité et à la variabilité de la courbure de l'espace-temps, conséquence du champ gravitationnel des deflecteurs massifs, comme le Soleil et les planètes du Système solaire. Élaborer un modèle qui permette de déduire automatiquement la déflexion sans avoir à calculer la trajectoire d'un rayon lumineux lors de sa propagation à travers le Système solaire, voilà qui constitue une belle avancée théorique compte tenu du nombre d'observations en jeu. C'est donc une nouvelle méthode qui évite de calculer quelques milliards de trajectoires de rayons lumineux que l'équipe du SYRTE est en train de tester.

[1] Voir "Gaia ou l'Univers en six dimensions", Magazine de l'Observatoire de Paris, n°1, mars 2005, p. 10. / See "Gaia or the Six Dimensional Universe", Observatoire de Paris: The Magazine, no. 1, March 2005, p. 10.

Successor to the Hipparcos satellite, Gaia<sup>1</sup> should determine the exact position and speed of more than a billion stars. Placed into orbit around Lagrange point L2—a stability point at 1.5 million kilometers from the Earth in the direction opposite the Sun—Gaia's three telescopes will cover the entire sky, permitting to survey all visible sources. In addition, during its five-year-long mission, Gaia will allow astronomers to observe with unmatched accuracy the effects of general relativity, in particular how planets deviate the light coming from stars in every corner of the sky.

### Fundamental physics

Any particle of nonnull energy is attracted by massive bodies. It is also the case of the light and the deflection of light rays is thus a spectacular prediction of general relativity. The amplitude of this

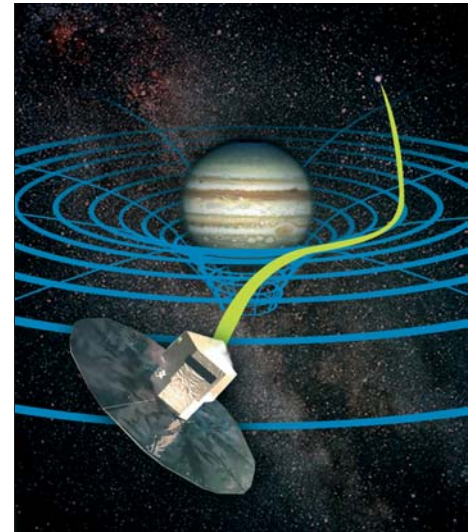
deflection is proportional to the intensity and the variability of spacetime curvature which is a consequence of the gravitational field generated by massive deflectors like the Sun and planets of the Solar System. Given the number of objects involved, constructing a model to determine the deflection without having to calculate the trajectory of a light ray during its propagation through the Solar System is a significant progress. It is thus a new method which prevents calculating a few billion trajectories of light rays that the SYRTE team is presently testing.

#### GAIA, POUR LIRE L'HISTOIRE DE LA VOIE LACTÉE

Tout comme son prédécesseur Hipparcos, pionnier de l'astrométrie spatiale, Gaia observera simultanément deux directions de visée en tournant continuellement avec une légère précession et tout en conservant le même angle au Soleil. En mesurant précisément les positions relatives des objets des deux directions de visée séparées par un grand angle, une grande rigidité du système de référence est obtenue. Chaque objet sera observé en moyenne 70 fois pendant la mission. Ces mesures permettront la détermination des paramètres astrométriques des étoiles : deux pour la position angulaire sur le ciel, deux pour leur dérivée par rapport au temps (mouvements propres), ainsi qu'à la parallaxe annuelle. Plusieurs laboratoires de l'Observatoire de Paris, dont le département Galaxies, Étoiles, Physique et Instrumentation - GEPI, sont très impliqués dans les travaux autour de Gaia, menés naturellement en coopération européenne.

#### GAIA: READING THE HISTORY OF THE MILKY WAY

Just as its predecessor Hipparcos, a pioneer of space astrometry, Gaia will simultaneously observe two sight directions by continually revolving with a slight precession, while keeping constant the angle with the Sun. By accurately measuring the relative positions of objects in two sight directions forming a large angle, a very rigid reference system is obtained. Each object will be observed an average of 70 times during the mission. These measurements will be used to determine certain astrometric parameters for each of the stars observed: two for the angular position in the sky, two for their derivatives with respect to time (proper motions), and the annual parallax. Several laboratories of the *Observatoire de Paris*, including the Galaxies, Stars, Physics and Instrumentation Laboratory (GEPI), are actively involved in the Gaia project, in collaboration with other European partners.



DÉVIATION d'un rayon lumineux par Jupiter.  
DEFLECTION of a light ray by Jupiter.  
© Christophe Leponcin-Lafitte, Grégoire Gitton, SYRTE – Observatoire de Paris

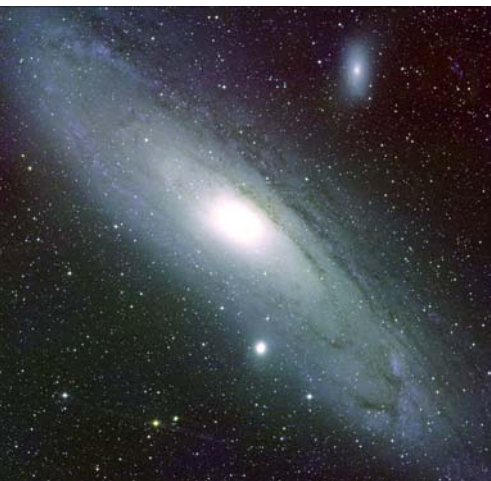
### Contact :

Christophe LE PONCIN-LAFITTE  
Chercheur associé  
SYRTE  
+33 (0)1 40 51 20 03  
christophe.leponcin-lafitte@obsppm.fr



# LA GALAXIE D'ANDROMÈDE À LA PESÉE

## WEIGHING THE ANDROMEDA GALAXY



### LA GALAXIE D'ANDROMÈDE

La voisine de la Voie lactée déploie sa spirale d'étoiles à 2,5 millions d'années-lumière.

### THE ANDROMEDA GALAXY

The neighbour of the Milky Way deploys its spiral of stars 2.5 million light years away.  
© NAO / AURA / NSF

### Contact :

Laurent CHEMIN

Post-doctorant

GEPI

+33 (0)1 45 07 76 74

laurent.chemin@obspm.fr

**La grande galaxie spirale d'Andromède rivalise bien en masse avec la Voie lactée. L'observation a été co-dirigée par un chercheur du groupe Galaxies, Étoiles, Physique et Instrumentation - GEPI.**

The large Andromeda spiral galaxy has a mass comparable to that of the Milky Way. A researcher from the Galaxies, Stars, Physics and Instrumentation Laboratory (GEPI) co-supervised the observations.

Notre banlieue cosmique - le Groupe local de galaxies - compte deux membres principaux : la Voie lactée, hôte du Soleil, et la grande spirale d'Andromède distante de 2,5 millions d'années-lumière. Mais parmi elles, laquelle domine au juste ? Ni l'une, ni l'autre. Elles arborent un "poids", une masse, équivalente. C'est ce qu'a établi une étude de la galaxie d'Andromède

(alias Messier 31) conduite par Claude Carignan de l'Université de Montréal, Québec, et Laurent Chemin du GEPI. Les observations ont été menées à 21 centimètres de longueur d'onde avec les antennes de 100 mètres de diamètre d'Effelsberg, en Allemagne, et de Green Bank en Virginie de l'Ouest, États-Unis. Ce sont les plus grands radiotélescopes d'une seule pièce entièrement orientable. Le résultat est paru le 20 avril 2006 dans *Astrophysical Journal*.

« *Andromède renferme 340 milliards de masses solaires de matière comprise dans un rayon de 114 000 années-lumière* », explicite Laurent Chemin. « *Toutes proportions gardées, cela correspond aux 500 milliards de masses solaires de la Voie lactée jusqu'à une limite de 160 000 années-lumière.* » La différence s'explique uniquement par l'étendue des nouvelles données disponibles. En outre, l'estimation confirme que notre belle voisine possède bien un modeste halo composé de matière noire.

### Éloquente et élégante rotation

Le mouvement des astres renseigne sur leur contenu et leur masse. Une étude de F. Zwicky dans les années 1930 révéla que les amas de galaxies recélaient une imposante composante non visible : la - fameuse et mystérieuse - matière sombre. La rotation des galaxies spirales trahit un phénomène similaire. Paradoxe, cependant, les deux plus proches connues, Andromède et la Voie lactée restent difficiles à cerner. Leur distribution de masse est délicate à cartographier. Les travaux récents ont mesuré comment le gaz, constitué d'atomes d'hydrogène neutre, tourne au sein de Messier 31. Entre 65 000 et 114 000 années-lumière du centre, sa vitesse s'avère constante, égale à 815 000 kilomètres/heure. Ceci contredit des résultats antérieurs montrant une chute de la vitesse de rotation. Par conséquent, M 31 se comporte bien comme la majorité des galaxies de l'Univers. À la périphérie, la matière invisible compte (au moins) autant que la moitié des étoiles brillantes. C'est peu. Mais l'étude dynamique se poursuit avec le télescope de 1,6 mètre du mont Mégantic et un réseau de sept antennes de 9 mètres, au Canada.



### EFFELSBURG

Le grand radiotélescope allemand de 100 mètres de diamètre.

### EFFELSBURG

The German large radio telescope, of a diameter of 100 metres.  
© Dr Schorsch

Our cosmic backyard, the Local Group of galaxies, has two main dwellers: the Milky Way, host of the Sun, and the large Andromeda spiral, 2.5 million light years away. Which of the two is the largest? None of them, actually, because their mass is approximately the same. This fact has been established through a study of Andromeda (a.k.a. Messier 31) carried out jointly by Claude Carignan, from the University of Montreal, in Quebec, and Laurent Chemin, from GEPI. The observations were performed at a wave length of 21 cm with the 100-metre antennas at Effelsberg, Germany and Green Bank, West Virginia, in the USA. These are the world's largest fully steerable radio telescopes. The two researchers reported their result in the 20 April 2006 issue of *Astrophysical Journal*. "*Andromeda contains the equivalent of 340 billion solar masses of matter within a 114,000-light year radius*", explains Laurent Chemin. "*Relatively speaking, that corresponds to the Milky Way's 500 billion solar masses up to a distance of 160,000 light years.*" The difference can only be explained by the size of the new available data. In addition, the estimate confirms that our spiral-shaped neighbour possesses a modest halo made up of dark matter.

### An elegant and revealing rotation

The motion of celestial bodies provides astronomers with information about their mass and structure. In this respect, galaxy clusters have revealed the presence of a significant, non-identified component: the famous and mysterious dark matter. The rotation of spiral galaxies indicates that a similar phenomenon is at work, but the two closest, Andromeda and the Milky Way, are not about to reveal their secrets, for their distribution of mass is difficult to map. Recent studies have measured how the gas, made up of atoms of neutral hydrogen, revolves in Messier 31. At a distance of between 65,000 and 114,000 light years from the centre, its velocity is constant and equal to 815,000 km/h. This contradicts previous controversial results and M 31 really behaves like most other galaxies in the universe. In the outer region, the invisible matter is (at least) as massive as half the bright stars. Which is not much, but the dynamical studies continue with the 1.6-metre telescope at Mont Mégantic and a network of seven 9-metre antennas, in Canada.



### GREEN BANK

L'antenne de 100 mètres, en Virginie de l'Ouest, est plus haute que la statue de la liberté.

The 100-metre antenna in West Virginia is taller than the Statue of Liberty.

© NRAO / AUI

# ANDROMÈDE VICTIME D'UNE COLLISION FRONTALE

## ANDROMEDA INVOLVED IN A HEAD-ON COLLISION

La grande galaxie d'Andromède a eu une histoire chahutée. Deux chercheurs du Laboratoire d'Étude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique - LERMA le prouvent.

The large Andromeda galaxy had an agitated history, as two researchers from the Laboratory for the Study of Radiation and Matter in Astrophysics (LERMA) demonstrate.

C'est la galaxie spirale la plus proche et la plus évidente. Remarquée dès l'an 905 par le Persan Al Sufi, elle se repère à l'œil nu dans le ciel d'automne boréal. Cet objet correspond au 31<sup>e</sup> recensé, en 1764, par le Français Charles Messier. En 1923, il a également révélé à l'Américain Edwin Hubble que les galaxies étaient des univers-îles. Pour autant, la grande galaxie d'Andromède renferme encore une large part d'inconnu. La preuve : « elle a été frappée presque de plein fouet dans une rencontre subie voici 210 millions d'années », explique Françoise Combes du LERMA, auteur des travaux avec Frédéric Bournaud au sein d'une équipe internationale. Ce résultat remarquable, publié le 19 octobre dans *Nature*, « provient d'observations effectuées à 8 microns de longueur d'onde avec la caméra infrarouge du télescope spatial Spitzer. L'analyse s'est appuyée sur des simulations au moyen de supercalculateurs vectoriels. »

### Choc des mondes

L'histoire bousculée de Messier 31 explique sa morphologie, une énigme vieille de vingt ans. En effet, le rayonnement capté reflète l'émission de poussières froides et de macromolécules complexes d'hydrocarbures polycycliques aromatiques (PAH). Or, celles-ci dessinent un premier anneau extérieur bien connu : excentré et éventré par endroit, de 60 000 années-lumière de diamètre. En outre, la partie externe du disque de la galaxie apparaît voilée, gauchie, gondolée. Dans ce contexte, les études menées dans l'espace ont abouti à la découverte d'un second anneau, plus petit, intérieur, décentré et de 5 000 années-lumière de long. Jusqu'ici, son existence était restée masquée par la lumière des étoiles du bulbe au centre. Environ 60 crash tests numériques ont été conduits sur ordinateur afin de rendre compte du mouvement du gaz, de la matière noire et des étoiles. La galaxie était représentée par un million de points, avec une précision de 1 000 années-lumière. Verdict : les deux anneaux superposés aux morceaux de spirale trame de l'univers-île sont des ondes de densité. Elles se propagent et s'étendent, comme les ronds d'une pierre jetée dans l'eau. Le coupable ici n'est autre que la galaxie naine elliptique voisine, Messier 32. La compagne - alors plus massive - a percuté puis traversé Andromède presque au cœur. Un avant-goût du choc des mondes prévu avec la Voie lactée, d'ici 3 milliards d'années.

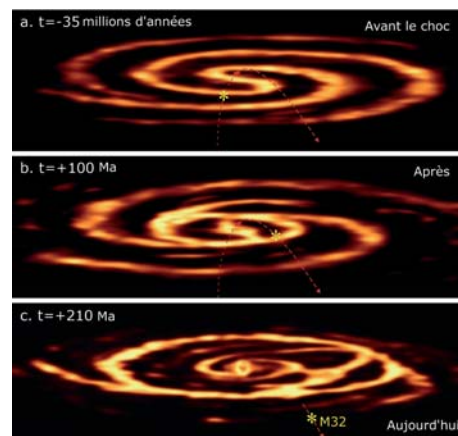
It's the closest and most conspicuous spiral galaxy. Already spotted in 905 by the Persian astronomer Al Sufi, it is visible to the naked eye in the northern autumn sky. This celestial object is the 31<sup>st</sup> on the list drawn by the French astronomer Charles Messier in 1764, and in 1923, it also suggested to the American astronomer Edwin Hubble the idea that galaxies are island universes. Despite its proximity, the large Andromeda galaxy has not yet revealed all its secrets. "Andromeda was hit almost head-on in a violent collision that took place 210 million years ago," explains Françoise Combes from LERMA, who worked on the project together with Frédéric Bournaud as part of an international team. This remarkable fact, which was reported in the 19 October issue of *Nature*, "is the result of observations carried out at a wavelength of 8 microns with the infrared camera of NASA's Spitzer space telescope. The analysis was based on simulations performed on vector supercomputers."

### Collision of worlds

Messier 31's bumpy history explains its morphology, a twenty-year-old enigma. In fact, the detected radiation shows the emission of cold dust and complex macromolecules of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). These form a well-known external first ring, off-centre and ruptured at places, with a diameter of 60,000 light-years. In addition, the external region of the galaxy's disk appears hazy and warped. In this context, space observations led to the discovery of an internal second ring, smaller, off-centre, and 5,000 light-years long. Until now, its existence had been masked by the light from the stars in the galaxy's bulge. Some 60 numerical crash tests were performed on the computer to account for the motion of the gas, the dark matter, and the stars. The galaxy was represented by one million points, with a precision of 1,000 light-years. The verdict: the two rings superposed to the spiral pieces of the island universe are density waves. They propagate and expand, like the rings produced by a stone thrown into a pond. The culprit here is none other than the neighbouring elliptic dwarf galaxy Messier 32. The companion, then about twice as massive as today, smashed through the disk of Andromeda almost at its centre--a foretaste of the predicted collision of worlds with the Milky Way, three billion years from now.

### Pour en savoir plus / Further information:

- "An almost head-on collision as the origin of two off-centre rings in the Andromeda galaxy", *Nature*, 19 octobre 2006 <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0610543>
- Vidéo téléchargeable sur / Downloadable video at: <http://www.dapnia.cea.fr/Phys/Sap/Actualites/Breves/bournaud061019/>
- Site de l'Observatoire / *Observatoire's site:* <http://www.obspm.fr/actual/nouvelle/oct06/m31.fr.shtml>



### COLLISION SIMULÉE : LE FILM

La galaxie heurtée M 31 évolue au fil des millions d'années. En rouge, la trajectoire de sa compagne naine M 32.

### SIMULATED COLLISION: THE MOVIE

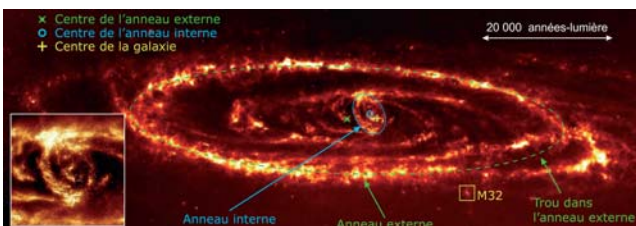
The struck M 31 galaxy's evolution through millions of years. In red, the trajectory of its dwarf companion, M 32.

© LERMA – Observatoire de Paris / CNRS / CEA

### Contacts :

**Françoise COMBES**  
Astronome  
LERMA  
+33 (0)1 40 51 20 77  
[francoise.combes@obspm.fr](mailto:francoise.combes@obspm.fr)

**Frédéric BOURNAUD**  
Post-doctorant LERMA  
CEA  
+33 (0)1 69 08 55 08  
[frederic.bournaud@cea.fr](mailto:frederic.bournaud@cea.fr)



**ANDROMÈDE EN INFRAROUGE.** L'image du télescope spatial Spitzer montre la spirale et les deux anneaux, interne et externe.

**ANDROMEDA IN INFRARED.** This image from the Spitzer space telescope shows the spiral and the two rings, the internal and the external.

© NASA / LERMA – Observatoire de Paris / CNRS / CEA



# LE SOLEIL EN BASSE FRÉQUENCE

## THE SUN IN LOW FREQUENCY



### VUE D'ARTISTE DE FASR

Les antennes sont réparties en hélice à partir d'un centre.

### ARTIST'S VIEW OF FASR

The antennas are disposed in helical shape from a central point.

© Isaac A. Gary

### Contact :

Alain KERDRAON

Astronome  
LESIA  
+33 (0)1 45 07 77 24  
alain.kerdraon@obspm.fr

La station de radioastronomie de Nançay, forte de 50 ans d'expérience dans l'observation du Soleil, participe aux côtés du LESIA<sup>1</sup>, à la construction du projet FASR, un instrument qui fournira à l'horizon 2012, un ensemble complet d'observations radioélectriques du Soleil.

The Nançay Radio Astronomy Station, boasting 50 years of experience in solar observation, participates together with LESIA<sup>1</sup>, in the construction of FASR, an instrument that by 2012 will provide a complete range of radio electric observations of the Sun.

La radioastronomie apporte des contributions majeures à l'étude de la couronne solaire. Un nouveau projet de radiohéliographe

solaire très large bande FASR - *Frequency Agile Solar Radiotelescope* (prononcer « Phaser »), a vu le jour aux États-Unis. C'est un réseau dédié aux observations solaires composé de plusieurs centaines d'antennes, permettant de faire pour la première fois, de l'imagerie radio rapide dans la gamme 0,1-30 gigahertz ; ses objectifs scientifiques sont la mesure des champs magnétiques coronaux et leur évolution, l'accélération des électrons dans la couronne solaire, le déclenchement des éjections de masse coronale. C'est le projet d'avenir pour la radioastronomie solaire. Bien que le projet soit essentiellement américain, la station de radioastronomie de Nançay participe à des études de définition de la voie basse fréquence du récepteur pour permettre la réception en présence de parasites. Elle participera également à l'exploitation des données.

### Météo solaire

La réalisation FASR va permettre des avancées fondamentales dans la compréhension de l'activité magnétique solaire, comme les éruptions et les éjections de masse coronale. Ces éjections constituent déjà l'objectif principal de la mission spatiale STEREO<sup>2</sup> qui vient d'être lancée. Pendant leurs deux années de mission, les deux sondes qui la constituent permettront une vision 3D des éjections de matière coronale. Certaines de ces éjections sont les éruptions les plus violentes de notre Système solaire. Cette compréhension est indispensable à la modélisation et prévision de l'impact de l'activité solaire sur l'environnement terrestre... Elles peuvent produire des aurores boréales spectaculaires, perturber les communications radio ainsi que les réseaux de transport de courant sur Terre, ou encore endommager les satellites. Les particules énergétiques dues aux éruptions solaires se répandent dans tout le Système solaire et sont une source de danger pour les engins spatiaux et les astronautes. Le suivi, et si possible la prévision, de l'activité solaire constitue désormais une discipline à part entière, quelquefois appelée "météo de l'espace". Plus encore que son homologue terrestre, la météorologie de l'espace exige de nombreux moyens d'observation et des modèles de calcul très complexes. Elle est encore loin de prévoir dans le détail tous les caprices de notre étoile, même si ses mécanismes globaux sont de mieux en mieux compris.

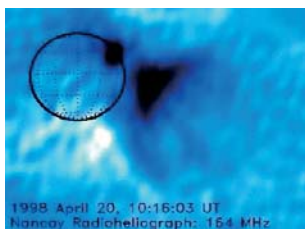
[1] Le Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique de l'Observatoire de Paris. / The Laboratory for Space Studies And Astrophysics Instrumentation of the Observatoire de Paris.

[2] Voir article page 10 / See article in page 10.

Radio astronomy contributes in a significant way to the study of the solar corona. A new very-large-waveband radio heliography project known as FASR (for Frequency Agile Solar Radio Telescope) was born in the United States. It is a network of several hundred antennas for solar observation, capable for the first time to perform fast radio imagery in the 0.1-30 gigahertz range. Its scientific objectives are the study and measurement of coronal magnetic fields and their evolution, the acceleration of electrons in the solar corona and the triggering of coronal mass ejections. It is the project of the future for solar radio astronomy and, even if it is essentially an American project, the Nançay Radio Astronomy Station participates in studies of the receiver's low frequency channel definition to allow for reception in the presence of interferences. The Nançay Station will also participate in the exploitation of the data.

### Solar weather

Once in operation, FASR will allow scientists to fundamentally increase their understanding of solar magnetic activity, such as coronal mass ejections and flares. The study of these ejections is already the main goal of the STEREO space mission<sup>2</sup>, which has just been launched. During the two-year-long mission, its twin spacecrafts will provide 3D images of coronal mass ejections. Some of these ejections are among the most violent eruptions in our Solar system. An understanding of these phenomena is essential for the modeling and prediction of the effect of solar activity on the Earth's environment, which can produce spectacular Northern Lights, disrupt radio communications and power networks on Earth and even damage satellites. The energetic particles due to solar flares are scattered throughout the Solar system and constitute a danger for space ships and astronauts. The monitoring and, whenever possible, the prediction of solar activity is already a discipline in its own right, sometimes called "space weather". More so than its terrestrial counterpart, space meteorology requires a host of observation tools and very complex computational models. This new discipline is still far from being able to predict in detail all the whims of our Sun, even if the global mechanisms at work are increasingly better understood.



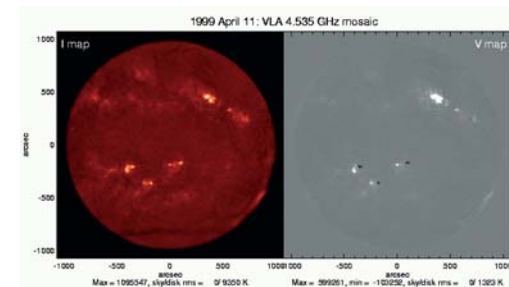
### ÉJECTION DE MASSE CORONALE OBSERVÉE EN RADIO.

Ces émissions sont à la limite de détection des instruments actuels, mais seront bien observées par FASR.

### CORONAL MASS EJECTION OBSERVED BY RADIO.

These emissions can barely be detected with present-day instruments, but will be easily observed with FASR.

© Observatoire de Paris



MOSAÏQUE D'IMAGES DU SOLEIL observé par le VLA - Very Large Array, en ondes centimétriques. Le VLA doit balayer le Soleil en quelques heures pour obtenir cette image. FASR pourra faire ce type d'image en 1/10 de seconde.

A SET OF SOLAR IMAGES observed with the Very Large Array (VLA) in centimetric waves. The VLA has to sweep the Sun during several hours to produce this image. FASR will be able to do it in 0.1 second.

Remerciement : Tim Bastian, National Radio Astronomy Observatory.

# OPACITÉS ET ABONDANCES : LA "CONSTRUCTION" DES ÉTOILES

## OPACITY AND ABUNDANCE: THE "CONSTRUCTION" OF STARS

**La physique des atomes est primordiale pour bien cerner le Soleil et tout le cosmos. Au Laboratoire de l'Univers et de ses Théories - LUTH, un jeune chercheur s'y consacre avec ardeur.**

Atomic physics is vital for understanding the Sun and the entire cosmos, a task that a young researcher at the Laboratory Universe and Theories (LUTH) has enthusiastically taken up.

Planètes, étoiles, galaxies, quasars lointains... L'astrophysique moderne repose sur une seule règle d'or : glaner et déchiffrer les quelques maigres bribes d'information que les objets célestes nous adressent. Ces précieux messagers revêtent la forme d'ondes radio, de lumière visible, de rayons X, voire gamma... « *Chacun reflète des processus microscopiques différents* », explique Franck Delahaye qui a soutenu sa thèse de doctorat en août 2005 à l'Université d'État d'Ohio, Columbus, États-Unis. « *Ces rayonnements sont les fruits de collisions entre atomes, ions chargés, électrons ou photons* ». Du coup, l'analyse fine de la radiation captée – son intensité, la position en longueur d'onde ou fréquence des "pics" ou "raies" d'émission ou d'absorption – révèle les propriétés de la source. On détermine ainsi les caractéristiques fondamentales des astres telles que la distance, la composition, la température ou les vitesses qui les animent. Ceci a abouti à estimer l'âge de l'Univers, l'histoire de sa composition, retracer la vie des étoiles et du Soleil en particulier.

Planets, stars, galaxies, distant quasars... Modern astrophysics stands on a single golden rule: glean and decoding the scarce and meager bits of information that the celestial objects send our way. Those precious messengers take the form of radio waves, visible light, and X and gamma rays. "Each of them reflects a different microscopic process", explains Franck Delahaye, who received his PhD in August 2005 from Ohio State University, in Columbus, United States. "Each type of radiation is the result of collisions between atoms, charged ions, electrons or photons". As a result, a fine analysis of the radiation that is picked up—its intensity, the wave-length position or frequency of the "peaks" or emission or absorption "lines"—reveals some property of the source. This is how certain fundamental features of the object, such as its distance, composition, temperature and speed are determined. And in the end, we can estimate the age of the universe and the history of its structure, and also retrace the life of stars and in particular that of the Sun.



### BERCEAU D'ÉTOILES

La nébuleuse NGC346, une vaste et lointaine nurserie de 70 000 étoiles. Certaines ont l'âge de notre Soleil.

### CRADLE OF STARS

NGC346 nebula, a huge and distant nursery of 70,000 stars. Some of them are the same age as our Sun.  
© Hubble / ESA

### Contacts :

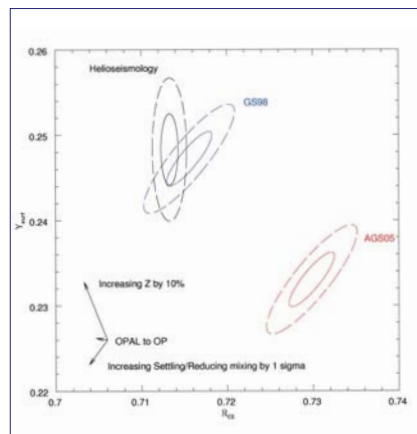
**Franck DELAHAYE**  
Chercheur associé  
franck.delahaye@obspm.fr

**Claude ZEIPPEN**  
Directeur de recherches CNRS  
claudio.zeippen@obspm.fr

LUTH  
+33 (0)1 45 07 74 43

### Controverse autour du Soleil !

Depuis les années 1960, les modèles stellaires simulent la propagation et le transfert d'énergie à travers la matière. On calcule des "sections efficaces", c'est-à-dire des probabilités de mécanismes atomiques, et des opacités liées à l'absorption du rayonnement. Cette étape constitue un ingrédient essentiel. Franck Delahaye et Claude Zeippen y contribuent au LUTH. « *De la qualité des résultats dépend la fiabilité des prédictions sur les étoiles et, notamment la plus proche, notre Soleil* ». Or, récemment, une controverse est née à propos de la composition de l'astre du jour. De nouvelles valeurs d'opacités ont été publiées par un groupe international, qui inclut les deux Français. Avec ces données, Franck Delahaye et Marc Pinsonneault, de l'Université d'État d'Ohio, apportent un élément de réponse. Cependant, il subsiste des désaccords flagrants quant aux accélérations radiatives. Ceci remet en cause les prédictions sur la constitution d'autres types d'étoiles, soumises à la micro-diffusion. Ces arguments seront bientôt validés par le satellite CoRoT sensible aux vibrations sismologiques de ces objets. On verra alors les étoiles d'un tout autre œil...



### AUTOUR DE LA CONTROVERSE

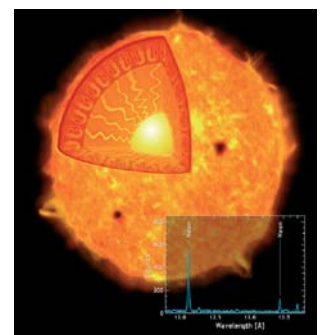
Ce graphe traduit le désaccord entre les prédictions sur la profondeur de la zone de convection ou de "bouillonnement" (axe horizontal) et la teneur en hélium (axe vertical) du Soleil. En rouge figurent les résultats de modèles qui utilisent la nouvelle composition proposée par Asplund et al. (en 2005). En bleu sont représentées les prédictions basées sur les abondances préconisées par Grevesse et al. (en 1998) et confirmées par Franck Delahaye et Marc Pinsonneault (en 2006). En noir, les observations issues de l'héliosismologie.

### ABOUT THE CONTROVERSY

This diagram illustrates the discrepancy between the predictions regarding the depth of the convection, or "boiling", region (horizontal axis) and the helium content (vertical axis) of the Sun. In red, the results from models that use the new composition proposed by Asplund et al. (in 2005). In blue appear the predictions based on the abundances recommended by Grevesse et al. (in 1998) and confirmed by Franck Delahaye and Marc Pinsonneault (in 2006). In black, the observations obtained using helioseismology.

### A controversy about the Sun

Since the 1960s, star models simulate the propagation and transfer of energy through matter. Scientists compute the "cross sections" that is, the probabilities of atomic mechanisms, and the opacities due to the absorption of radiation. This stage is an essential ingredient, to which Franck Delahaye and Claude Zeippen contribute at LUTH. "The reliability of the predictions about stars and, in particular about the closest, our Sun, depends on the quality of the computed results". Recently, a controversy arose regarding the composition of the Sun. New opacity values were published by an international group to which both French researchers belong. With those data, Franck Delahaye and Marc Pinsonneault, from Ohio State University, provide an element of answer. However, some glaring discrepancies remain in connection with radiative accelerations. All this calls into question predictions about the composition of other types of stars subject to micro diffusion. These conclusions will soon be confirmed by the CoRoT satellite, which is sensitive to the seismic vibrations of those celestial objects. Stars will then appear under a completely different light...



### IMAGE COMPOSITE DU SOLEIL

La lumière de l'astre du jour révèle sa constitution, en surface, voire en profondeur.

### COMPOSITE IMAGE OF THE SUN

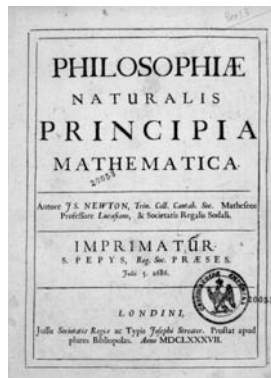
The Sun's light reveals the composition of its surface, and beyond.

© Drake et al. 2005 / Nature 436



# LE PROBLÈME DES N CORPS

## THE N-BODY PROBLEM



OUVRAGE D'ISAAC NEWTON  
© Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

« Si la matière de deux globes qui gravitent l'un vers l'autre est homogène à égales distances de leurs centres : le poids de l'un de ces globes vers l'autre sera réciproquement comme le carré de la distance qui est entre leurs centres » énonce Isaac Newton dans le livre trois de son célèbre ouvrage *Philosophiæ naturalis Principia Mathematica*.

« If the matter of two gravitating globes is homogeneous at equal distances of their centers: the weight of one of these globes toward the other will be reciprocally as the square of the distance between their centers », wrote Isaac Newton in book three towards of his famous treatise *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

Alors que l'on connaît bien la solution au problème de deux corps en interaction (lois de Kepler), le problème des trois corps défie les mathématiciens depuis plus de trois siècles. Mais ce n'est qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle que Bruns et Poincaré ont montré sa non-intégrabilité : il n'existe pas d'autre intégrale première que celles qui proviennent des symétries des équations, i.e. la quantité de mouvement, l'énergie et le moment cinétique. Il en résulte une complexité extrême des solutions. Lorsque la masse d'un corps (par exemple le Soleil) est très dominante, des solutions approchées valides sur des temps très longs, peuvent être obtenues par des méthodes dites perturbatives, bien adaptées aux problèmes astronomiques. Alors que ces méthodes ont été développées dès le début de la mécanique céleste, ce n'est qu'à partir de Poincaré et de la naissance de la théorie des systèmes dynamiques que des méthodes non perturbatives ont été appliquées avec succès.

While the solution of the two-body problem is well known (Kepler's Laws), the three-body problem has defied mathematicians for over three centuries. It was only at the end of the nineteenth century that Bruns and Poincaré showed that it is not integrable: there is no first integral other than those resulting from the symmetry of the equations, i.e. quantity of motion, energy and angular momentum. As a consequence, the solutions are extremely complex. If the mass of one of the bodies (the Sun, for example) is very large relative to the other two, approximate solutions, valid over long periods of time, may be obtained through so-called perturbation methods, well-suited to astronomical problems. These methods were developed from the beginnings of celestial mechanics, but it is only since Poincaré and the birth of the theory of dynamical systems that non-perturbative methods were successfully applied.

### Contact :

Alain CHENCINER  
Professeur à l'Université Paris 7  
IMCCE  
+33 (0)1 40 51 20 31  
alain.chenciner@imcce.fr

### KAM, configurations centrales, chorégraphies

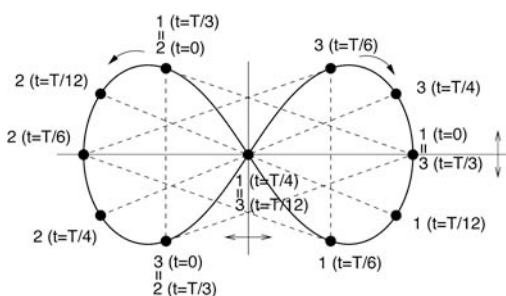
À l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides - IMCCE, quelques beaux résultats ont été obtenus sur le problème des n corps par des membres de l'équipe "Astronomie et Systèmes Dynamiques" - ASD qui réunit des mathématiciens et des astronomes. En sus de la description de la dynamique des corps du Système solaire, qui a largement bénéficié de l'apport de la théorie mathématique des systèmes dynamiques, des progrès importants ont été réalisés sur les équations séculaires et sur la théorie KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser) qui fournit des solutions quasi-périodiques.

Des résultats séminaux de symétrie concernent les configurations centrales (celles qui admettent des mouvements à forme constante) : si le cas de trois corps était connu depuis Euler et Lagrange, ce n'est que récemment que celui de quatre corps a été partiellement élucidé. La démonstration par des méthodes variationnelles de l'existence d'une orbite périodique étonnante, où trois corps se poursuivent sur une même courbe fermée en forme de "huit", a suscité de nombreux travaux : en particulier, la découverte numérique, puis théorique, d'un florilège de "chorégraphies" pour un nombre de corps toujours plus grand. Le problème des n corps est bien vivant à l'IMCCE.

### KAM, central configurations, and choreographies

At the Institute for Celestial Mechanics and Computation of Ephemerides (IMCCE), the Astronomy and Dynamical Systems (ASD) team, made up of mathematicians and astronomers, has obtained some interesting results on the n-body problem. In addition to the description of the dynamics of bodies in the Solar system, thanks largely to the mathematical theory of dynamical systems, significant advances were made on secular equations and KAM (Kolmogoroff-Arnold-Moser) theory, which provides quasi-periodic solutions.

Some seminal symmetry results regard central configurations (those admitting motions in which the shape defined by the bodies does not vary): while the theory of dynamical systems, significant advances were made on secular equations and KAM (Kolmogoroff-Arnold-Moser) theory, which provides quasi-periodic solutions. Some seminal symmetry results regard central configurations (those admitting motions in which the shape defined by the bodies does not vary): while the three-body case was known since Euler and Lagrange, it is only recently that the four-body case has been partially solved. The proof, using variational methods, of the existence of a remarkable periodic orbit where three bodies chase each other on the same



**LE "HUIT"** : trois masses égales se poursuivent indéfiniment sur une courbe plane en forme de huit. La figure indique les positions des trois corps, notés 1, 2, 3 à différents instants (T est la "période" au bout duquel le mouvement se répète identiquement).

**THE "EIGHT"** : three equal masses chase each other forever on a figure-eight-shaped plane curve. The figure shows the position of the three bodies labelled 1, 2, 3 at different times [T is the "period" after which the motion repeats itself].

© Alain Chenciner et Jacques Féjóz, IMCCE – Observatoire de Paris

figure-eight-shaped curve, prompted a number of results, in particular, the numerical, and later theoretical discovery of a host of "choreographies" involving an increasing number of masses. The n-body problem is alive and well at the IMCCE.



# COLLOQUES ET RENCONTRES SCIENTIFIQUES

## SCIENTIFIC MEETINGS AND COLLOQUIA

Plates-formes d'échanges et d'informations, les colloques et autres types de rencontres sont essentiels à la production scientifique. Ils permettent aux participants de faire un point précis sur l'état en cours des recherches, avant de s'accorder sur de nouvelles directions à prendre. Pour l'Observatoire de Paris, les rencontres de fin d'année ont été aussi l'occasion de rendre hommage à George F. Smoot, prix Nobel de physique 2006.

Colloquia and similar types of meetings are essential for a sustained scientific output. They allow participants to take stock of the state of current research before deciding to move ahead in new directions. At the *Observatoire de Paris*, these meetings were also the occasion to pay tribute to George F. Smoot, 2006 Nobel Prize in physics.



**CONFÉRENCE DE PRESSE** tenue le 27 octobre 2006, dans le cadre de l'École Chalonge sur les données cosmologiques fournies par le satellite WMAP.

**PRESS CONFERENCE** held on 27 October 2006 at the Chalonge School on the cosmological data from the WMAP satellite.  
© Gérard Servajean, Observatoire de Paris

### ► ÉCOLE INTERNATIONALE D'ASTROPHYSIQUE DANIEL CHALONGE, 26-28 OCTOBRE 2006

Une à deux fois par an, l'École Internationale d'Astrophysique Daniel Chalonge organise un colloque qui, depuis ses débuts en 1991, accueille de grands noms de la communauté scientifique internationale, parmi lesquels George F. Smoot de l'Université de Californie à Berkeley (USA), récemment couronné prix Nobel de Physique, aux côtés de John Mather. Sous le titre « *La physique de l'Univers primordial confrontée aux observations : WMAP 2006* », la 10<sup>e</sup> rencontre s'est tenue à l'Observatoire de Paris; elle portait sur l'étude du fond diffus cosmologique (CMB), avec notamment la présentation, par l'équipe scientifique responsable, des dernières données cosmologiques fournies par le satellite WMAP - Wilkinson Microwave Anisotropy Probe. Ombre portée à cette rencontre, l'absence de George F. Smoot annoncé comme l'un des intervenants phare, et qui s'est finalement vu retenu aux États-Unis. Une déception que l'intéressé a su très vite corriger en annonçant sa venue pour une conférence le 16 décembre à l'Observatoire de Paris, à la suite de la cérémonie officielle de remise de prix à Stockholm...

### DANIEL CHALONGE INTERNATIONAL SCHOOL OF ASTROPHYSICS, 26-28 OCTOBER 2006

Once or twice a year, the Daniel Chalonge International School of Astrophysics organizes a colloquium that has attracted specialists of international reputation since its beginnings in 1991. As previous years, George F. Smoot, from the University of California at Berkeley and 2006 Nobel Prize in physics jointly with John Mather, was to be among the participants. The 10<sup>th</sup> Paris colloquium, "*Physics of the Early Universe Confronts Observations: WMAP 2006*", was held at the *Observatoire de Paris*. It focused on the study of the cosmic microwave background (CMB) and in particular the latest cosmological data from the Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), presented by the WMAP scientific team. Unfortunately, George F. Smoot, one of the star speakers, was unable to attend. But the Nobel laureate soon made it up to the organizers by offering to give a talk at the *Observatoire de Paris* on 16 December, following the official award ceremony in Stockholm.

**Contact** : Norma Sanchez, LERMA, + 33 (0)1 40 51 20 75, norma.sanchez@obspm.fr

### ► L'OPTIQUE DU PROJET PLANCK, DES MESURES AU SOL JUSQU'AUX IMPLICATIONS SCIENTIFIQUES, 5-7 DÉCEMBRE 2006.

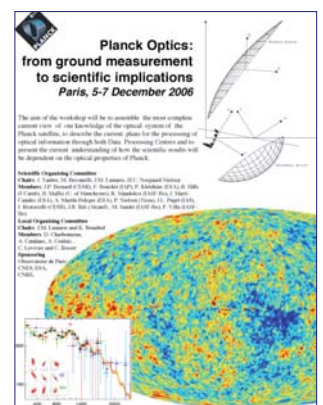
Organisé conjointement par le Laboratoire d'Étude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique - LERMA de l'Observatoire de Paris et l'Institut d'Astrophysique de Paris, cet atelier a réuni une soixantaine de chercheurs de la communauté internationale, à la fois théoriciens et expérimentalistes, impliqués dans la réalisation du satellite Planck dont le lancement est prévu en 2008. Projet appartenant à la troisième génération de satellites destinés à l'étude du fond cosmologique micro-ondes, Planck est appelé à participer à l'ère de la "cosmologie de précision", grâce à sa sensibilité inégalée et sa capacité à mesurer la polarisation du rayonnement fossile. Cet atelier, qui intervenait à une étape charnière dans l'élaboration du projet, a été consacré à l'impact des propriétés du système optique de Planck sur la mesure et son interprétation scientifique.

### PLANCK OPTICS: FROM GROUND MEASUREMENTS TO SCIENTIFIC IMPLICATIONS

Organized jointly by the Laboratory for the Study of Radiation and Matter in Astrophysics (LERMA) of the *Observatoire de Paris* and the Paris Astrophysical Institute, this workshop attracted some one hundred researchers from the international community, both theoreticians and experimentalists, involved in the construction of the Planck satellite to be launched in 2008. Planck is a third-generation satellite for the study of the cosmic microwave background in the "precision cosmology" era, featuring an unmatched sensitivity and an ability to measure the polarization of the background radiation. This workshop, coming at a turning point in the design of the project, was devoted to the effect of the properties of Planck's optical system on the measurements and their scientific interpretation.

**Pour en savoir plus / Further information:** <http://www.planck.fr/>

**Contact** : Jean-Michel Lamarre, LERMA, + 33 (0)1 40 51 20 64, jean-michel.lamarre@obspm.fr



### ► LE CENTRE INTERNATIONAL D'ATELIERS SCIENTIFIQUES - CIAS

À vocation pluridisciplinaire, le CIAS se présente comme une formule souple de travail permettant à des chercheurs de l'établissement et à leurs confrères de tous horizons de se rencontrer en petit comité (pas plus de 35 participants) sur le site de Meudon de l'Observatoire de Paris pour échanger connaissances et méthodologies. Le programme du CIAS pour l'année 2007 sera établi prochainement sur la base d'un appel d'offres clôturé le 15 janvier, consultable sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.obspm.fr/cias>

### INTERNATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC WORKSHOPS (CIAS)

The multidisciplinary-oriented CIAS offers scientists from different institutions and/or several backgrounds the possibility to meet in small groups (up to 35) inside the castle of Meudon site and work on topics of mutual interest. CIAS 2007 program will be decided on the basis of the proposals to be submitted by January 15<sup>th</sup>. Details can be found at: <http://www.obspm.fr/cias>

**Responsable scientifique / Scientific coordinator:** Marcello Fulchignoni, marcello.fulchignoni@obspm.fr

# NOUVEAU D.U. « EXPLORER ET COMPRENDRE L'UNIVERS »

NEW UNIVERSITY DIPLOMA:

“EXPLORING AND UNDERSTANDING THE UNIVERSE”



**COUPOLE DU TÉLESCOPE** de 152 cm à l'Observatoire de Haute-Provence

**DOME OF THE 152 cm telescope** at the Haute-Provence Observatory.  
© Jean-Eudes Arlot, UFE - Observatoire de Paris

## Contacts :

**Chantal BALKOWSKI**  
Ingénieur  
GEPI  
+ 33 (0)1 45 07 75 56  
chantal.balkowski@obsppm.fr

**Jean-Eudes ARLOT**  
Astronome  
IMCCE  
+ 33 (0) 1 40 51 22 67  
jean-eudes.arlot@obsppm.fr



**POUR CHAQUE MODULE,** les enseignements sont rassemblés dans des fascicules distribués aux étudiants.

**STUDENTS ARE** provided with class notes for each module.  
© Observatoire de Paris

Depuis la rentrée universitaire 2006, l'Observatoire de Paris propose aux personnes d'un niveau baccalauréat scientifique, une formation à l'astronomie et à l'astrophysique leur permettant d'obtenir un Diplôme d'Université. Ce diplôme apporte et valide un certain niveau de compétences qui peut être valorisé dans des domaines tels que la médiation scientifique, le journalisme scientifique ou autre...

Beginning in the 2006-2007 academic year, the *Observatoire de Paris* offers the holders of a scientific baccalaureate degree or equivalent a program in astronomy and astrophysics leading to a University Diploma (DU). This diploma sanctions a certain level of competence that may be recognized in fields such as scientific mediation, science journalism, and others.

Ils ont 22 ou 70 ans, ils terminent leurs cursus de formation ou reprennent des études après avoir travaillé dans les domaines les plus variés. Leur point commun : leur passion pour l'astronomie et l'astrophysique. En juillet dernier, ils ont découvert une annonce dans la revue *Ciel & Espace*<sup>[1]</sup> qui proposait à toute personne d'un niveau bac scientifique d'envoyer un dossier de candidature pour préparer en un an le Diplôme d'Université (DU) "Explorer et comprendre l'Univers". Moins d'un mois plus tard, une cinquantaine de dossiers s'empilait sur les bureaux de Chantal Balkowski et de Jean-Eudes Arlot, co-responsables du diplôme.

## Formés par et avec des chercheurs

Se familiariser avec la démarche scientifique, posséder les bases nécessaires pour déchiffrer les informations scientifiques et "comprendre" les mécanismes de l'Univers, telle est la vocation de ce DU. L'enseignement est dispensé sur le campus parisien de l'Observatoire, sous forme de cours, tous les mardis soirs entre 17 h et 20 h, et de travaux dirigés. Cet enseignement théorique est complété par des travaux pratiques lors de 5 jours de stage sur le site de Meudon de l'Observatoire et de 5 nuits d'observations à l'Observatoire de Haute-Provence. Ces stages d'observations sont très enrichissants pour les étudiants car ils leur offrent l'opportunité de manipuler des instruments de haute précision et surtout parce qu'ils les mettent en contact direct avec des scientifiques. L'essentiel de la formation est construite au sein de l'UFE de l'Observatoire de Paris, par une équipe de 10 chercheurs, ingénieurs et techniciens, avec une participation de l'Observatoire de Strasbourg, de l'IAP - Institut Astrophysique de Paris, et de l'Observatoire de Haute-Provence. À presque mi-année, l'enthousiasme est au rendez-vous tant chez les enseignants que chez les étudiants qui passeront leur diplôme en juin prochain.

[1] *Ciel & Espace*, revue mensuelle éditée par l'Association française d'astronomie, [www.cieletespace.fr](http://www.cieletespace.fr)

They are 22 or 70 years old; they complete their training or go back to school after working in the most diverse domains. But they have something in common: a passion for astronomy and astrophysics. Last July, they saw the ad in *Ciel & Espace* magazine inviting anyone with a scientific baccalaureate degree or equivalent to apply to a one-year program leading to the University Diploma (DU) in "Exploring and Understanding the Universe". Less than a month later, some fifty applications piled up on the desks of Chantal Balkowski and Jean-Eudes Arlot, who are jointly in charge of the diploma.

## Trained by and with researchers

Getting acquainted with the scientific method, acquiring the necessary tools to decode scientific information and "understanding" the mechanisms governing the universe: such are the aims of this DU. Classes are held at the *Observatoire's* Paris site every Tuesday from 5:00 to 8:00 pm, and there are also written assignments. This theoretical training is supplemented with five days of practical work at the *Observatoire's* Meudon site and five observation nights at the Haute-Provence Observatory. These observation activities are very valuable for students because they offer them the opportunity to manipulate high precision scientific instruments and be in close contact with scientists. The training is mostly organized by the Teaching and Training Unit of the *Observatoire de Paris*—by a team of ten researchers, engineers and technicians—with the participation of the Strasbourg Observatory, the Paris Institute of Astrophysics and the Haute-Provence Observatory. After almost half a year of operation, the enthusiasm of both teachers and students is palpable. The first graduates will receive their diploma next June.



**NÉBULEUSE NGC 7635** photographiée par des stagiaires à l'Observatoire de Haute-Provence en août 2006.

**PHOTOGRAPH OF NGC 7635** taken by students at the Haute-Provence Observatory in August 2006.  
© UFE - Observatoire de Paris

## PROGRAMME / PROGRAM

- > Mécanique Céleste et Astrométrie / Celestial Mechanics and Astrometry
- > Ondes et Instruments / Waves and Instruments
- > Informatique / Data Processing
- > Calendriers, Phénomènes célestes, Marées / Calendars, Celestial Phenomena, Tides
- > Histoire de l'Astronomie / History of Astronomy
- > Étoiles et Milieu Interstellaire / Stars and Interstellar Medium
- > Le Système solaire / The Solar System
- > Le Soleil / The Sun
- > Galaxies / Galaxies
- > Cosmologie / Cosmology

# SOUTENANCES DE THÈSES

## DEFENSE OF DOCTORAL DISSERTATIONS

Figurent ici les thèses de Doctorat soutenues depuis le 10 juin 2006. Les thèses d'habilitation à diriger des recherches sont désormais également mentionnées.

The following defenses took place since 10 June 2006. This section now also includes the *thèses d'habilitation à diriger des recherches* (Authorization to Supervise Research theses), which entitle lecturers and researchers to supervise doctoral dissertations.

**Christophe LEPONCIN-LAFITTE**, thèse de Doctorat de l'Observatoire de Paris, École doctorale "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 13/06/06, SYRTE :

*Effets relativistes en astrométrie de haute précision. Relativistic Effects in High-Precision Astrometry.* Recherches effectuées sous la direction de Pierre Teysandier, SYRTE.

**François LIQUE**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 6, ED<sup>1</sup> "La physique de la particule au solide, modèles et expériences", soutenue le 28/06/06, LERMA - Observatoire de Paris :

*Excitation collisionnelle de molécules d'intérêt astrophysique : théorie et interprétation d'observations. Collisional Excitation of Molecules of Astrophysical Interest: Theory and Interpretation of Observations.*

Recherches effectuées sous la direction de Nicole Feautrier et Annie Spielfiedel, LERMA.

**Gwenaëlle LEFEUVRE**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Particules élémentaires & systèmes complexes", soutenue le 05/07/06, APC - Observatoire de Paris :

*Mesure précise du rendement absolu de la fluorescence de l'azote dans l'air. Conséquences sur la détection des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie. / Precise Measurement of the Absolute Fluorescence Yield of Nitrogen in Air. Consequences on Ultra-High Energy Cosmic Ray Detection.*

Recherches effectuées sous la direction d'Éric Plagnol & Philippe Gorodetzky, APC.

**Céline COMBET**, thèse de Doctorat de l'Université Paris-Sud 11, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 06/07/06, LUTH - Observatoire de Paris et Dublin Institute for Advanced Studies :

*Étude analytique et numérique des flots autour des étoiles jeunes. / Analytical and Numerical Study of Flows around Young Stars.*

Recherches effectuées sous la direction de Chantal Stehlé, LUTH et Thibaut Lery, Université de Dublin.

**Évelyne ALECIAN**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 08/09/06, LESIA - Observatoire de Paris :

*Étude de l'évolution de la structure interne et du champ magnétique des étoiles pré-séquence principale de masse intermédiaire. / Study of the Evolution of the Internal Structure and Magnetic Field of Intermediate Mass Pre-Main Sequence Stars.*

Recherches effectuées sous la direction de Claude Catala, LESIA.

**Mathieu RENAUD**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 10/09/06, APC - Observatoire de Paris :

*Les jeunes vestiges de supernova et INTEGRAL : raies du 44Ti et émission non-thermique. / Young Supernova Remnants and INTEGRAL: 44Ti Lines and Non-Thermal Emission.*

Recherches effectuées sous la direction de François Lebrun, APC.

**Marion CADOLLE BEL**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 13/09/06, APC - Observatoire de Paris :

*Étude des émissions à haute énergie des trous noirs stellaires accrétants. / Study of High-Energy Emissions from Accreting Stellar Black Holes.*

Recherches effectuées sous la direction d'Andrea Goldwurm, APC.

**Étienne PARIAT**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 15/09/2006, LESIA - Observatoire de Paris :

*Injection de flux et d'hélicité magnétique dans l'atmosphère solaire. / Magnetic Flux and Helicity Injection in the Sun's Atmosphere.*

Recherches effectuées sous la direction de Brigitte Schmieder, LESIA.

**Céline VIAN**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 6, ED "Physique de la région parisienne", soutenue le 20/09/2006, SYRTE - Observatoire de Paris :

*Première comparaison directe de fontaines atomiques au niveau de 10<sup>16</sup> eV et tests de la cavité de vol de l'horloge PHARAO. / First Direct Comparison of Atomic Fountains at 10<sup>16</sup> eV Level and Tests of the Cavity Flight Model for the PHARAO clock.*

Recherches effectuées sous la direction de Philip Tuckey, SYRTE.

**Frédéric BOURNAUD\*** vient d'obtenir le Prix de la Fondation d'entreprise EADS pour la meilleure thèse en « Sciences de la Terre et de l'Univers, Espace ».

Frédéric BOURNAUD has just been awarded the EADS Corporate Research Foundation Prize for the best doctoral dissertation in the category "Earth and Universe Sciences, Space".

**Pour plus d'information / Further information can be found at:**  
www.fondation.eads.net

\* Voir Magazine n°5, rubrique thèses, p.19. / See Magazine no.5, Defense of Doctoral Dissertations, p. 19.

**Lionel AMIAUD**, thèse de Doctorat de l'Université Cergy-Pontoise, ED "Sciences et Ingénierie", soutenue le 29/09/06, LERMA - Observatoire de Paris :

*Formation d'hydrogène moléculaire sur des surfaces d'intérêt astrophysique à très basse température. / Molecular Hydrogen Formation on Surfaces of Interest in Astrophysics at Very Low Temperatures.*

Recherches effectuées sous la direction de Jean-Louis Lemaire, LERMA.

**Anne LEMIERÈRE**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Constituants élémentaires & systèmes complexes", soutenue le 29/09/06, APC - Observatoire de Paris :

*Électrons reliques de très haute énergie dans les nébuleuses de pulsar. Étude et identification d'une population de sources gamma au TeV avec H.E.S.S. / Very High Energy Relic Electrons in Pulsar Nebulae. Study and Identification of a TeV Gamma-Ray Source Population using H.E.S.S.*

Recherches effectuées sous la direction d'Arach Djannati-Atai, APC.

**Pierre VERNAZZA**, thèse de Doctorat de l'Observatoire de Paris, ED "Astronomie & Astrophysique d'Île-de-France", soutenue le 29/09/06, LESIA :

*Étude des propriétés physiques des astéroïdes. / Study of the Physical Properties of Asteroids.*

Recherches effectuées sous la direction de Marcello Fulchignoni, LESIA.

**Robin ZEGERS**, thèse de Doctorat de l'Université Paris 7, ED "Constituants élémentaires & systèmes complexes", soutenue le 29/09/06, APC - Observatoire de Paris :

*Relativité générale et dimensions supplémentaires. / General Relativity and Extra Dimensions.*

Recherches effectuées sous la direction de Danièle Steer, APC.

[1] ED : École doctorale

### THÈSES D'HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES (HDR) / AUTHORIZATION TO SUPERVISE RESEARCH (ASR) THESES

**André GOLWUM**, APC - Observatoire de Paris : *Émission de haute énergie des trous noirs galactiques (High Energy Emissions from Galactic Black Holes)*, soutenue le 12/06/06.

**Claire MICHAUT**, LUTH - Observatoire de Paris : *Des plasmas en laboratoire et en astrophysique (Plasmas in the Laboratory and in Astrophysics.)*, soutenue le 15/06/06.

**Dimitri SEMIKOZ**, APC - Observatoire de Paris : *Ultra High Energy Cosmic Rays, Gamma Rays and Neutrinos*, soutenue le 05/10/06.

# DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

## PUBLIC OUTREACH

La rentrée scolaire et universitaire fournit chaque année de multiples occasions à l'Observatoire de Paris de remplir sa mission de diffusion de la culture scientifique et technique. L'Établissement adapte son offre culturelle et pédagogique en fonction des publics attendus, qu'il s'agisse d'enseignants, de scolaires tous niveaux confondus, de passionnés d'astronomie, de curieux, d'amoureux des vieilles pierres...

The beginning of the academic year provides the *Observatoire de Paris* with plenty of opportunities to carry out its public outreach mission. Our institution reaches out to a variety of audiences—teachers, students of every level, astronomy buffs, ancient stones lovers, and those with an inquiring mind—and adapts its offerings accordingly.



### ► EXPOSITION ITINÉRANTE : "CoRoT : LES COULISSSES D'UNE MISSION SPATIALE"

Depuis octobre 2006, l'Observatoire de Paris propose aux établissements scolaires une nouvelle exposition itinérante consacrée aux métiers de la recherche. Conçue pour les jeunes – en partenariat avec le Centre National d'Études Spatiales et l'Institut d'Astrophysique Spatiale –, elle passe en revue les métiers associés à toutes les étapes de conception et de réalisation d'un satellite d'observation comme CoRoT. Mise gratuitement à la disposition des collèges et lycées qui en font la demande, elle a commencé à circuler. Gageons qu'elle connaîtra une tournée planétaire du même acabit que la précédente, « Au-delà de la Terre », actuellement présentée en Israël, au collège Marc Chagall de Tel-aviv.

**Pour en savoir plus / Further information:** <http://www.obspm.fr>

**Contact :** Service de la communication, +33 (0)1 40 51 22 94, [service.communication@obspm.fr](mailto:service.communication@obspm.fr)

### TRAVELLING EXHIBITION: "COROT: BEHIND THE SCENES OF A SPACE MISSION"

Since October 2006, the *Observatoire de Paris* offers to schools a new travelling exhibition focusing on the various branches of research. Designed for a young audience—in partnership with the National Centre for Space Studies and the Space Astrophysics Institute—it presents the fields of specialization involved in the different stages of the design and construction of an observation satellite such as CoRoT. The exhibition is offered free of charge to interested school and colleges and it has already begun travelling. We are certain that it will prove an international success comparable to that of its predecessor, "Beyond the Earth", which is presently in Israel, at Marc Chagall College in Tel Aviv.

### ► "DU SOLEIL À LA TERRE"

Dans le cadre de l'Année héliophysique internationale 2007, l'Observatoire de Paris s'est vu confier la coordination des actions européennes et françaises. Aux côtés des manifestations purement scientifiques, une large place a été accordée aux projets éducatifs tournés vers le grand public et les jeunes. Parmi eux figure une exposition itinérante, produite par la société suisse Hartmann Event, à laquelle a très largement pris part l'Établissement. En effet, Brigitte Schmieder du LESIA en a assuré le commissariat aux côtés d'autres instituts partenaires en astronomie et en astrophysique d'Île-de-France. L'originalité de cette opération repose sur le public visé : celui des grands centres commerciaux en Europe. L'exposition, centrée sur le Soleil et ses interactions avec la Terre, sera mise en circulation à compter du 3 janvier 2007.

### "FROM THE SUN TO THE EARTH"

The *Observatoire de Paris* is in charge of coordinating the French and European initiatives in connection with the International Heliophysical Year 2007. Besides the purely scientific events, educational projects addressed to young audiences and the general public occupy a large place. Among these, a travelling exhibition produced by Hartmann Event, a Swiss company, and in which our institution has actively participated. Brigitte Schmieder, from LESIA, was the curator, together with several other partner institutes in astronomy and astrophysics in *Île-de-France*. An original feature of this project is the nature of its target audience: people in very large shopping malls. The exhibition, which focuses on the Sun and its interactions with the Earth, will begin travelling on 3 January 2007.

**Pour en savoir plus / Further information:** <http://www.hartmannevent.ch/fr/index.htm>

**Contact :** Hartmann event, + 41 71 744 76 83 [info@hartmannevent.ch](mailto:info@hartmannevent.ch)



Un des 14 panneaux composant l'exposition.  
One of the fourteen exhibition panels.



À NANÇAY, promenade en calèche à la découverte des principaux instruments radio du site.

AT NANÇAY, a calash tour of discovery of the site's main radio instruments.  
© USN – Observatoire de Paris

### ► JOURNÉES EUROPÉENNES DU PATRIMOINE – SEPTEMBRE 2006

Pour cette 23<sup>e</sup> édition, 6 000 personnes ont franchi les portes du site parisien de l'Observatoire pour en découvrir les curiosités architecturales et instrumentales. Au circuit traditionnel de la visite se mêlaient cette année des animations, pour certaines inédites : exposition sur Einstein, cycle de conférences, présentation d'ouvrages dédiés par leurs auteurs, ateliers pédagogiques d'astronomie, contes pour enfants dans les jardins, autant de façons différentes d'aborder l'astronomie. De son côté, la station de radioastronomie de Nançay (Cher) a attiré 400 visiteurs sur les deux jours d'ouverture.

### EUROPEAN HERITAGE DAYS – SEPTEMBER 2006

Its 23<sup>rd</sup> edition attracted 6,000 visitors to the *Observatoire's* Paris site. These could discover some curiosities among the instruments exhibited and in the architecture of the buildings. Besides the traditional visit, several activities were offered this year, some of them for the first time: an exhibition about Einstein, a series of talks, a display of books signed by their authors, educational workshops in astronomy, and children stories in the gardens—all of them different ways to approach astronomy. For its part, the Nançay radioastronomy station (in the *Cher* department) attracted 400 visitors in two days.



La conteuse en balade dans les jardins.  
The storyteller walking in the gardens.  
© P. Blondé, Observatoire de Paris

## ► FÊTE DE LA SCIENCE

### > À PARIS, DU 9 AU 15 OCTOBRE 2006

Le site de Paris a présenté en avant-première la nouvelle exposition itinérante "CoRoT : les coulisses d'une mission spatiale", accueillant jusqu'à 400 visiteurs le week-end. Elle fut relayée le dimanche 15 octobre au Village des sciences du Jardin du Luxembourg, par une conférence donnée par Annie Baglin, responsable scientifique de la mission et commissaire de l'exposition.

### > IN PARIS, FROM 9 TO 15 OCTOBER 2006

The Paris site presented a preview of the new travelling exhibition "CoRoT: Behind the Scenes of a Space Mission", which attracted up to 400 visitors on the weekend. On Sunday 15 October, the exhibition moved to the *Village des sciences*, in the Luxembourg Gardens, with a talk given by Annie Baglin, in charge of the scientific mission and curator of the exhibition.



CHAQUE LABORATOIRE tient un stand pour présenter ses travaux, ici le LESIA.

EACH LABORATORY put up a stand to present its research activities. LESIA's stand is shown here.  
© G. Servajean, Observatoire de Paris

### > À MEUDON, LES 12, 13 ET 15 OCTOBRE 2006

Près de 80 personnels scientifiques, techniques et administratifs se sont mobilisés auprès des scolaires et du public pour leur présenter un large panorama des recherches en cours : stands, ateliers d'astronomie, mini expositions thématiques, maquettes et instruments d'observation, diaporama, petits films, expérimentation ont constitué le fil d'un itinéraire pédagogique emprunté par 24 classes, du CE2 à la 1ère. La journée du dimanche 15 octobre réservée au grand public programmait, en plus de ces animations, un cycle de conférences.

### > AT THE MEUDON SITE, ON 12, 13 AND 15 OCTOBER 2006

Some eighty scientific, technical, and administrative staff members were at hand to give students and the general public a broad picture of current research: stands, astronomy workshops, thematic mini-exhibitions, models and observation instruments, slide show, short films and experiments were part of the pedagogical journey made by 24 classes of various levels. On Sunday 15 October, when the site was open to the general public, a series of talks was added to the above activities.



BAR DES SCIENCES au Village des sciences organisé par le Ministère délégué à la Recherche.

SCIENCE BAR at the *Village des sciences* organized by the Ministry of Research.

© C. Barban, LESIA, Observatoire de Paris

## ► ENVIE D'AMPHI – 25 NOVEMBRE 2006

Quoi de neuf sur Mars, Vénus et Titan et à quand la découverte de planètes extrasolaires? C'est à ces questions passionnantes que répondait le cycle de conférences bâti pour l'opération "Envie d'amphi" coordonnée par la Mairie de Paris. Complétée par une petite exposition d'instruments anciens, cette programmation a retenu l'attention de plus de 200 visiteurs.

## ENVIE D'AMPHI – 25 NOVEMBER 2006

What's new on Mars, Venus and Titan, and When will extrasolar planets be discovered? These are the kind of questions that the series of talks for "Envie d'amphi", an activity coordinated by the City of Paris, tried to answer. A small exhibition of ancient instruments completed the program of this event, which was attended by over 200 visitors.



Conférence sur VENUS EXPRESS par P. Drossart.  
P. Drossart giving his talk about VENUS EXPRESS.  
© P. Blondé, Observatoire de Paris

Sciences à l'École

## ► "SCIENCES À L'ÉCOLE"

Mis en place par le ministère de l'Éducation nationale, "Sciences à l'École" est un dispositif national qui œuvre à la promotion de la culture scientifique dans les lycées et collèges. Intégré à l'Observatoire de Paris, il a pour rôle notamment de coordonner la participation des établissements scolaires français à des concours scientifiques d'excellence.

"Sciences à l'École" (Science in the Schools) is a national program of public outreach for colleges and lycées set up by the Ministry of Education. The role of the *Observatoire de Paris* is principally that of coordinating the participation of French schools in scientific competitions.

### > "SCIENCE EN SCÈNE" : 17 NOVEMBRE 2006

Créé afin de promouvoir l'enseignement des sciences en Europe, ce concours est piloté au plan national par "Sciences à l'École". Le 17 novembre a eu lieu à l'Observatoire de Paris la sélection nationale qui, sur la base de treize projets d'établissements en compétition, a permis d'en retenir huit pour défendre les couleurs de la France.

### > "SCIENCE ON STAGE" – 17 NOVEMBER 2006

Created to promote science teaching in Europe, this competition is run at the national level by "Sciences à l'École". On 17 November, the selection of the eight projects that will represent France took place at the *Observatoire de Paris*. These were chosen among thirteen projects presented by participating schools.

Pour en savoir plus / Further information: <http://www.sciencesalecole.org>

## > OLYMPIADES INTERNATIONALES DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE – 25 OCTOBRE 2006

Les Olympiades mettent en compétition des jeunes de moins de 20 ans, parmi les plus brillants de leur génération. Une cérémonie s'est déroulée à l'Observatoire de Paris, en présence de François Goulard, ministre délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche et de Claude Cohen-Tannoudji, prix Nobel de Physique, pour saluer les résultats remarquables obtenus par la délégation française aux dernières Olympiades.

## > INTERNATIONAL PHYSICS AND CHEMISTRY OLYMPIADS – 25 OCTOBER 2006



Students under 20, who are among the brightest of their generation, compete in these Olympiads. A ceremony was held at the *Observatoire de Paris*, attended by François Goulard, Minister of Higher Education and Research, and Claude Cohen-Tannoudji, Nobel Prize in Physics, to underline the remarkable results obtained by the French team in the last Olympiads.

Discours de félicitations aux LAURÉATS DES OLYMPIADES scientifiques prononcé par Daniel Egret, Président de l'Observatoire, en présence de monsieur le Ministre de la Recherche, François Goulard.

Daniel Egret, President of the *Observatoire*, congratulates the winners of the SCIENTIFIC OLYMPIADS. François Goulard, Minister of Research, attended the presentation.

© J. Mouette, Institut d'Astrophysique de Paris

## ► LES RENCONTRES DU CIEL ET DE L'ESPACE – 10 - 12 NOVEMBRE 2006

L'Observatoire de Paris était présent au grand rendez-vous qui rassemble tous les deux ans à la Cité des Sciences et de l'Industrie, sous l'égide de l'Association française d'astronomie, les protagonistes de l'astronomie et de l'astrophysique en Europe : professionnels, amateurs, enseignants, fabricants d'optique, etc. L'Unité de Formation et d'Enseignement - UFE y a décliné l'offre de formations de l'établissement, répondant ainsi à l'une des principales thématiques du salon : l'éducation à et par l'astronomie. Une certitude : l'enthousiasme inaltérable des enseignants pour cette matière !

### RENCONTRES SKY AND SPACE – 10-12 NOVEMBER 2006

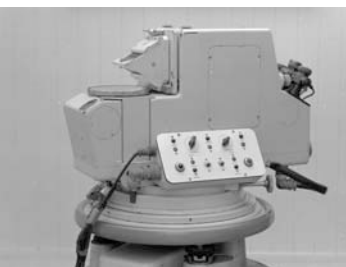
The *Observatoire de Paris* was present at this biennial gathering at the *Cité des Sciences et de l'Industrie*, under the patronage of the French Astronomical Association, of those working in astronomy and astrophysics throughout Europe: professionals, amateurs, teachers, instrument manufacturers, and so forth. The Training and Teaching Unit (UFE) presented the training programs offered by our institution, in accordance with one of the main themes of the meeting: training in and by astronomy. One thing is certain: the unshakable enthusiasm of the teachers for this discipline!



Stand de l'Observatoire de Paris.  
The stand of the *Observatoire de Paris*.  
© UFE, Observatoire de Paris

# IL Y A 50 ANS : L'ANNÉE GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

## FIFTY YEARS AGO: THE INTERNATIONAL GEOPHYSICAL YEAR



### ASTROLABE DE DANJON

Cet instrument détermine l'heure d'un lieu, à partir de la mesure de la hauteur des astres.

### DANJON ASTROLABE

The instrument allows to determine the time at a particular place thanks to measurement of the altitude of celestial bodies.

© Bibliothèque de l'Observatoire de Paris



### L'HÉLIOGRAPHE DE LYOT

Conçu en 1946 par Bernard Lyot (1897 - 1952), puis mis au point par Henri Grenat et Georges Laborde, l'héliographe automatique surveille les phénomènes rapides — éruptions — dans la chromosphère solaire. Sa version moderne (ci-dessus) est toujours en service à Meudon dans le cadre des observations de surveillance de l'activité solaire.

### LYOT HELIOGRAPH

Designed in 1946 by Bernard Lyot (1897-1952) and perfected by Henri Grenat and Georges Laborde, the automatic heliograph monitors rapid phenomena—flares—in the solar chromosphere. Its modern version (below) is still in operation at Meudon and used to monitor solar activity.

© LESIA – Observatoire de Paris



### CŒLOSTAT

Au pic du Midi, le système alimente un télescope de 40 centimètres de diamètre et un spectrographe. L'ensemble a été installé par Raymond Michard, Roger Servajean et Georges Laborde. Il enregistre le rayonnement solaire de 350 à 900 nanomètres de longueur d'onde sous forme de spectres sur plaques photographiques.

### CELOSTAT

At the Pic du Midi, this device supplies light to a 40-cm telescope and a spectrograph. Raymond Michard, Roger Servajean, and Georges Laborde set up the system, which records solar radiation of a wavelength of 350 to 900 nanometres in the form of spectra on photographic plates.

© Observatoire de Paris

Il y a cinquante ans, 30 000 chercheurs et 67 pays s'unissaient en une vaste coopération scientifique sans précédent. Objectif : l'étude globale de la planète et de son environnement. L'année 1957 a lancé notamment l'épopée de la conquête spatiale. L'Observatoire de Paris a participé à cet événement, particulièrement en géodésie et en astronomie solaire.

Fifty years ago, 30,000 scientists and 67 countries got together to engage in a scientific cooperation undertaking of unprecedented proportions. Their objective: a global study of our planet and its environment. The year 1957 also saw the beginning of the conquest of space. The *Observatoire de Paris* participated in that memorable year, notably in geodesy and solar astronomy.

L'impulsion fut donnée par le Conseil international des unions scientifiques (ICSU)<sup>1</sup>. Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, la reprise des activités de recherche civile incitait à développer les campagnes de mesures coordonnées. Il fut ainsi décidé d'organiser l'Année géophysique internationale - AGI (*International Geophysical Year - IGY*). Cette entreprise d'études de l'environnement de la planète s'étendra de juillet 1957 à décembre 1958. Et elle engrangera une quantité inégalée d'observations du globe, des océans, de l'atmosphère. Les travaux ont apporté une multitude d'informations inédites sur les aurores, les rayons cosmiques, le magnétisme, les glaces, la gravité, la haute atmosphère ionisée, la météorologie, la sismologie et l'activité du Soleil. On découvrit les ceintures de radiation qui entourent la Terre et portent le nom du physicien américain James van Allen. On mit en évidence les dorsales océaniques, montagnes sous-marines issues de la tectonique des plaques et la dérive des continents.

L'époque correspond également à l'envolée de la course à l'espace. Elle restera marquée par l'envoi en orbite du premier satellite artificiel Spoutnik le 4 octobre 1957, puis de la chienne Laika le 3 novembre. Cet exploit soviétique est suivi, le 31 janvier 1958, par la réplique américaine d'Explorer 1. La période est encore consacrée à l'exploration des pôles, dans le fil des années polaires internationales 1882-1883 et 1932-1933. Du coup, douze pays établissent 48 stations au sud. Jalon vers le Traité de l'Antarctique.

### IGY à l'Observatoire de Paris

En parallèle, l'Union Astronomique Internationale (UAI) se joint bientôt à l'entreprise. Sous son impulsion, la France participe principalement dans deux de ses domaines de prédilection : géodésie et activité solaire. Ainsi, à l'Observatoire de Paris, les services de l'heure et ceux de l'astrolabe s'impliquent fortement en astronomie géodésique. L'astrolabe à micromètre impersonnel élaboré en 1951 par André Danjon, directeur de l'établissement, est utilisé afin de surveiller la rotation de la Terre<sup>2</sup>. Au total, 75 stations de longitudes ou de latitudes seront déployées. 40 000 données et un million de signaux horaires seront recueillis. De quoi servir de base à une nouvelle convention du temps.

C'est, par ailleurs, l'occasion de sonder les délicates relations de notre étoile - le Soleil - avec la Terre. À Meudon, Henri Grenat et Georges Laborde peaufinent l'héliographe automatique inventé en 1946 par Bernard Lyot. Tandis que Raymond Michard, Roger Servajean et Georges Laborde se rendent au pic du Midi, dans les Pyrénées, afin d'installer un laboratoire pour l'étude spectroscopique des éruptions solaires et des phénomènes associés. Le cycle (de onze ans) de l'activité du Soleil culminait alors, moment particulièrement propice aux observations.

The initiative came from the International Council of Scientific Unions (ICSU)<sup>1</sup>. After World War II, the resumption of civil research activities prompted the development of coordinated actions. It was thus decided that an International Geophysical Year (IGY) would be organized for the purpose of studying the planet's environment. This undertaking stretched from July 1957 to December 1958 and resulted in an unequalled number of observations of the Earth, the oceans and the atmosphere that provided a mass of new information on northern lights, cosmic rays, magnetism, ice sheets, gravitation, ionised higher atmosphere, meteorology, seismology, and solar activity. Among these, the discovery of the radiation belts surrounding the Earth, named after the American physicist James van Allen, and ocean ridges, those underwater mountains resulting from plate tectonics and continental drift.

It was also the time of the space race rush, with the placing into orbit of Spoutnik, the first artificial satellite, on 4 October 1957 and the bitch Laika on 3 November. In response to the Soviet feat, the Americans launched Explorer 1 on 31 January 1958. The period was also marked by the exploration of the poles, following the 1882-1883 and 1932-1933 International Polar Years. Twelve countries established 48 stations in the south, a milestone towards the Antarctic Treaty.

### IGY at the Observatoire de Paris

The International Astronomical Union (IAU) soon joined in the enterprise. Through its initiative, France participated in two of its domains of preference: geodesy and solar activity. At the *Observatoire de Paris*, the time and astrolabe departments got actively involved in geodesic astronomy. The astrolabe equipped with an impersonal micrometer built in 1951 by André Danjon, head of the institution, was used to monitor the Earth's rotation<sup>2</sup>. In all, 75 longitude and latitude stations were deployed. Forty thousand pieces of data and one million time signals were recorded, which would be used as the basis for a new time convention.

IGY was also an opportunity to probe the delicate relationship between the Sun and the Earth. At Meudon, Henri Grenat and Georges Laborde perfected the automatic heliograph invented by Bernard Lyot in 1946, while Raymond Michard, Roger Servajean, and Georges Laborde set up a laboratory at the *Pic du Midi*, in the Pyrenees, for the spectroscopic study of solar flares and related phenomena. The Sun's eleven-year cycle of activity was then coming to an end, a particularly favourable time for observations.

[1] Depuis sa fondation en 1931, la France accueille cette fédération scientifique non-gouvernementale, la plus importante au monde, et l'une des plus anciennes. L'ICSU regroupe 107 Membres nationaux, 29 Unions Scientifiques Internationales couvrant toutes les disciplines scientifiques et 18 Comités interdisciplinaires. / Since its creation in 1931, this non-governmental scientific federation, one of the oldest and most important of its kind, is based in France.

[2] Vitesse et mouvement de son axe. À l'époque de l'AGI, la surveillance de la rotation de la Terre avait pour objet principal la détermination astronomique de l'heure, et aussi l'étude des mouvements des plaques sur lesquelles se trouvaient les différents instruments. / Speed and motion of its axis. At the time of the IGY, the main reasons for monitoring the Earth's rotation were the astronomical determination of time and the study of the motion of the tectonic plates on which the various instruments were installed.

# PUBLICATIONS PUBLICATIONS

Cette page relaye les publications récentes réalisées par des chercheurs de l'Observatoire de Paris. Pour le volet "Jeunesse", la rédaction a choisi de mettre en lumière une co-édition de Planète Sciences, une association de culture scientifique et technique qui compte depuis peu parmi les partenaires de l'établissement.

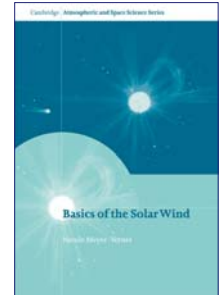
This page features some recent publications by researchers from the *Observatoire de Paris*. In the "Young Readers" category, we have selected a joint publication with Planète Sciences, an association for the popularization of science and technology that has recently become a partner of our institution.

## ► PUBLICATION SCIENTIFIQUE

► *Basics of the Solar Wind* by Nicole Meyer-Vernet, astrophysicist at the *Observatoire de Paris*. To appear in January 2007.

The Sun continually ejects matter into space, blowing a huge bubble of supersonic plasma: the solar wind, which engulfs the Earth and the other planets, shaping their environments. *Basics of the Solar Wind* presents a modern introduction to the subject, starting with basic principles and including the latest advances from space exploration and theory. The book discusses the structure of the solar interior and atmosphere, the production of the solar wind and its perturbations. It addresses the basic physics of the objects of the Solar System, and their interaction with the solar wind. The final sections explore the interaction with the interstellar medium, cosmic rays and winds from other stars. The book contains a historical survey and a short introduction to plasma physics. The topics are treated at various levels of difficulty, emphasising physical processes rather than mathematics or observation.

Ed. Cambridge University Press, Coll. Atmospheric and Space Science Series, 470 p., January 2007, 70 £



## ► PUBLICATIONS GRAND PUBLIC

► *Agenda astronomique 2007*

Richement illustré et doté de nombreuses cartes du ciel, c'est un outil indispensable pour tous ceux que le monde de l'astronomie passionne. Au fil des jours, on y apprend quels sont les grands projets spatiaux, qui sont les grands personnages de l'astronomie, quand se produiront les prochaines éclipses de Lune...

L'agenda 2007 met plus particulièrement en valeur les recherches et projets de l'un des laboratoires de l'Observatoire de Paris, le Laboratoire d'Étude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique - LERMA qui se consacre à l'étude du milieu interstellaire, l'évolution des étoiles et des galaxies.

Éd. EDP Sciences, Coll. Références Astronomiques, septembre 2006, 178 p. en couleur, 12 €

> Cet agenda est paru également au Brésil, adapté par l'Université de Sao Paulo.



► *Le destin de l'Univers. Trous noirs et énergie sombre* par Jean-Pierre Luminet, astrophysicien à l'Observatoire de Paris

Après un voyage historique à travers les théories de la gravitation, l'auteur nous fait visiter le "zoo" des étoiles hyperdenses : naines blanches, supernovae, pulsars, sursauts gamma. Il nous invite ensuite à découvrir le cœur même des trous noirs, ces astres d'une compacité extrême, invisibles et pourtant accidents ordinaires de l'espace-temps, dévoilant leurs propriétés extravagantes. Par sa nature pédagogique, l'ouvrage fournit à son lecteur un formidable outil de compréhension de l'Univers, notamment par de talentueuses mises en scène, telles ces simulations montrant les distorsions que le champ gravitationnel d'un trou noir inflige à la lumière. Ce "destin de l'Univers" nous est conté dans une édition richement illustrée.

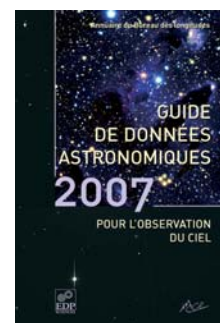
Éd. Fayard, Coll. Le Temps des Sciences, octobre 2006, cartonné, 590 p., 52 €



► *Guide de données astronomiques 2007 pour l'observation du ciel*

Destiné aux astronomes professionnels ou amateurs, le Bureau des Longitudes et l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides de l'Observatoire de Paris, présentent dans cet ouvrage : les données sur **les différents calendriers et leurs concordances**, les fêtes légales en France, les différentes échelles de temps, les dates de décrets sur les heures légales en France métropolitaine parues au Journal Officiel depuis 1916; **des éphémérides astronomiques** avec des notions nécessaires à la compréhension et à l'emploi de ceux-ci. Des cartes du ciel et la liste des observations astronomiques les plus connues complètent ces informations.

Éd. EDP Sciences, Coll. Références Astronomiques, septembre 2006, 392 p., 29 €



## ► PUBLICATION JEUNESSE



► *Construisez votre lunette astronomique et observez le ciel...* par Michel Dumont, animateur en astronomie et en électronique, membre du GRETA et du Centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle de Bourgogne - CCSTIB.

Comment construire sa propre lunette astronomique en quelques heures de traçage, découpage et assemblage (lunette simple à monture azimutale ou lunette à objectif achromatique et monture équatoriale). Un ouvrage très didactique avec de nombreuses illustrations (schémas, plans, photos,...) qui s'adresse aux amateurs de sciences et techniques, aux élèves et enseignants de collèges et lycées. Avec de nombreux conseils pratiques pour l'observation et des exemples détaillés d'objets simples à observer.

Éd. Éditions Techniques et Scientifiques Françaises (ETSF), Coll. Planète Sciences, mai 2006, 148 p., 22 €

► LE GRAND PRIX PAUL DOISTEAU-EMILE BLUTEAU DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE, a été décerné par l'Académie des Sciences à Jean-Pierre Luminet le 28 novembre 2006. / THE PAUL DOISTEAU-EMILE BLUTEAU GRAND PRIZE for Scientific Information was awarded to Jean-Pierre Luminet by the Academy of Sciences on 28 November 2006.

# Manifestations 2007

## Pré-programme

**Janvier** Inauguration du *Parcours Système solaire*,  
parcours pédagogique enrichissant l'itinéraire des visites  
du site de Meudon

**24 au 27 mars** **Nuits des planètes : parcours d'observation nocturne,**  
> Durée : 1h30, à Paris et à Meudon

**3 mai au 1<sup>er</sup> juin** *Lucien Hervé et Jantar Mantar : Utopies de l'Inde des Lumières*  
Exposition de photographies,  
> salle Cassini de l'Observatoire de Paris

**Dimanche 10 juin** **Journée Portes Ouvertes à Meudon,**  
dans le cadre de l'Année Héliophysique Internationale  
et de l'Année Polaire Internationale

**Samedi 23 juin** **Soirée pyrotechnique autour de Jules Janssen**  
et de la Coupole de Meudon, organisée par la Ville de Meudon

**14 au 16 septembre** **Journées du Patrimoine**

**11 au 14 octobre** **Fête de la Science**

**5 novembre** *Du Soleil à la Terre*, exposition scientifique interactive  
dans le cadre de l'Année Héliophysique Internationale,  
> salle Cassini de l'Observatoire de Paris  
**au 16 décembre**

Renseignements : <http://www.obspm.fr>

l'Observatoire  
de Paris

