



www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



Université
de Toulouse

DOSSIER DE PRESSE

L'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP)

(CNRS / Université Toulouse III Paul Sabatier)

Visite de presse - Mardi 12 avril 2016



IRAP, site Roche. Crédit : Fleur Olnagier

Contact

Presse CNRS | Julien Guillaume - Tél 01 44 96 46 35 - julien.guillaume@cnrs-dir.fr



www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



Université
de Toulouse

SOMMAIRE

→ **Programme de la visite**

→ **Présentation générale de l'IRAP**

→ **Fiches projets**

p. 5 **PILOT**

p. 6 **SVOM/ECLAIRs**

p. 7 **ATHENA**

p. 8 **SPIRou**

p. 9 **Solar Orbiter**

p.10 **Calipso**

p.11 **CTA**

p.12 **SUPERCAM**

p.13 **XGRE et IDEE, de la mission TARANIS**

p.14 **Nanocosmos**

p.15 **Plateforme expérimentale de planétologie**

p.16 **Réseau sismique**

p.17 **ISEP, Imageur spectral pour l'exploration planétaire**

→ **Photos**



PROGRAMME DE LA VISITE

Départ à 8h30 de Paris Orly - arrivée à Toulouse Blagnac à 9h45 (Vol Easyjet)

- **10h30** Accueil café
- **10h45** Présentation du laboratoire par le directeur, Philippe Louarn
- **11h15** Présentation SPIRou (Jean-François Donati)
- **11h25** Présentation TARANIS (Pierre-Louis Blelly)
- **11h35** Présentation Solar Orbiter (Philippe Louarn)
- **11h50** Visite première partie : Plateforme d'Ingénierie et d'Instrumentation Spatiale (P2IS, site Roche)
Projets SPIRou, TARANIS, Solar Orbiter, CALIPSO
- **13h15** Déjeuner buffet en présence des chercheurs et ingénieurs
- **14h30** Présentation du projet SuperCam (Sylvestre Maurice)
- **14h40** Présentation du projet PILOT (Jean-Philippe Bernard)
- **14h50** Présentation du projet SVOM/ECLAIRs (Olivier Godet)
- **15h10** Visite deuxième partie : Hall blanc (site Roche)
Projets SuperCam, PILOT, SVOM/ECLAIRs
- **16h20** Départ vers Site roche
- **16h30** Visite troisième partie : Site Belin
16h30 Plateforme planétologie (Frédéric Béjina)
16h50 Réseau sismique (Marie Calvet)
17h10 Départ vers la Coupole
17h20 Visite Coupole (Patrick Pinet)
- **17h30** Fin de la visite, départ aéroport

Retour : départ à 19h20 de Toulouse Blagnac – arrivée à 20h50 à Paris Charles de Gaulle (Vol Easyjet)



PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'IRAP

L'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP) du CNRS et de l'université Toulouse III Paul Sabatier est un des plus grands laboratoires français en astrophysique et planétologie. Créé au 1^{er} janvier 2011, l'IRAP résulte du rassemblement du Laboratoire d'astrophysique de Toulouse - Tarbes (LATT), du Centre d'étude spatiale des rayonnements (CESR), d'une partie du Laboratoire de recherche sur la dynamique terrestre et planétaire (DTP) et de quelques chercheurs et enseignants-chercheurs du Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie (LMTG).

Les objectifs scientifiques des 280 personnes qui y travaillent (dont 180 permanents) sont la recherche de réponses aux grandes questions actuelles sur l'Univers et sur les objets qui le constituent. La Terre en tant que planète, son environnement spatial ionisé, le Soleil et les planètes, les étoiles et leurs systèmes planétaires, le milieu interstellaire, les trous noirs et les étoiles à neutron, les galaxies, les tout premiers astres de l'Univers et le Big Bang primordial sont étudiés à travers 6 groupes thématiques :

- Galaxies, Astrophysique des Hautes Énergies et Cosmologie (GAHEC) (Responsable : Natalie Webb)
- Planètes, Environnement et Plasmas Spatiaux (PEPS) (Responsable : Benoit Lavraud)
- Dynamique des Intérieurs Planétaires (DIP) (Responsable: Ludovic Margerin)
- Milieu Interstellaire, Cycle de la Matière, AstroChimie (MICMAC) (Responsable : Karine Demyk)
- Physique du Soleil, des Étoiles et des Exoplanètes (PS2E) (Responsable : Pascal Petit)
- Signal-Images en Sciences de l'Univers (SISU) (Responsable : Yannick Deville)
- Galaxies, Astrophysique des Hautes Énergies et Cosmologie (GAHEC) (Responsable : Natalie Webb)

Outre ses objectifs de recherche fondamentale, l'IRAP est également tourné vers l'innovation instrumentale pour les observations au sol, dans l'espace et les missions d'exploration du système solaire. La réalisation d'instruments est rendue possible par les plateformes Service d'instrumentation spatiale (SISpace) et Service d'instrumentation sol (SISol). SISpace comprend 300 m² de salles blanches techniques et d'équipements de haut niveau qui permettent de développer, d'intégrer et d'étalonner des instruments destinés à être embarqués dans l'espace à bord des observatoires spatiaux ou des missions d'exploration de l'environnement terrestre et du système solaire. D'autre part, les équipes qui développent des instruments pour les grands observatoires au sol (Télescope Bernard Lyot - Pic du Midi, Canada France Hawaï Télescope, European Space Observatory,...) ont à leur disposition la plateforme SISol, un ensemble de cinq salles techniques, dont deux sont équipées de bancs optiques et une abrite une tente propre de classe 10 000 (ISO 7).

Enfin, la proximité du centre spatial de Toulouse permet à l'IRAP de bénéficier de relations privilégiées avec le Centre national d'études spatiales (CNES), offrant la possibilité à ses personnels de travailler en équipes intégrées. Le laboratoire entretient également d'importants liens avec le tissu économique des PME et grandes entreprises du secteur spatial en région Midi-Pyrénées pour ses réalisations instrumentales en partenariat ou en contrat de sous-traitance.

PILOT

Initié en 2006, le projet PILOT a pour objectif de mesurer l'émission polarisée des grains de poussières du milieu interstellaire (MIS) à l'aide d'un instrument embarqué sous ballon stratosphérique, véritable observatoire mobile. Le premier vol de l'instrument PILOT, composé d'un miroir primaire, d'un photomètre et d'un cryostat contenant 2048 bolomètres refroidis à 0,3 K, s'est déroulé avec succès du 20 au 21 septembre 2015. À 40 km d'altitude, pendant près de 24 heures, depuis l'ouest du Canada jusqu'au Québec, le ballon stratosphérique conçu par le CNES s'est laissé porter au grès des vents avec sa nacelle suspendue chargée d'appareils de mesure. Les données recueillies sont en cours d'analyse. PILOT a trois objectifs scientifiques : déterminer la géométrie du champ magnétique dans les zones du ciel observées, caractériser la forme et la composition des grains de poussière et mieux comprendre l'émission polarisée des avant-plans galactiques dont la complexité limite aujourd'hui la détection des ondes gravitationnelles primordiales générées pendant la période d'inflation 10^{-54} secondes après le Big Bang. PILOT observe à 240 micromètres, près du maximum de l'émission des poussières. Ceci lui confère une meilleure résolution angulaire, et potentiellement une meilleure sensibilité que les mesures antérieures, comme celles du satellite Planck à 850 micromètres. Les ballons stratosphériques ont l'avantage d'être moins coûteux que les satellites. Le temps consacré aux étalonnages d'avant vol peut être étendu, puisque ces dispositifs n'ont pas de contrainte lanceur. Enfin, les ballons, contrairement aux satellites, sont récupérables. Ils peuvent être optimisés et améliorés entre chaque campagne, comme PILOT qui se prépare actuellement pour son deuxième vol au-dessus de l'Australie en avril 2017. Pour toutes ces raisons, les ballons stratosphériques servent de précurseurs aux futurs grands projets satellites.



Nacelle scientifique de l'expérience d'astrophysique PILOT.
Crédit : Christophe Marty

http://pilot.irap.omp.eu/PAGE_PILOT/index.html ; <https://pilot.cnes.fr/>
PILOT est un projet international impliquant l'IRAP et l'Institut d'astrophysique spatiale (CNRS/Université Paris Sud), ainsi que le CEA, le CNES, l'ESA et des partenaires étrangers (Universités de Rome et de Cardiff).

Contacts :

Jean-Philippe Bernard - chercheur CNRS, responsable scientifique PILOT –

jean-philippe.bernard@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 75 38

Christophe Marty - ingénieur CNRS - christophe.marty@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 87 57

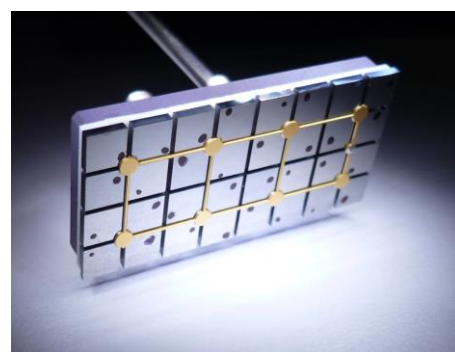
Muriel Saccoccio - chef de projet CNES - muriel.saccoccio@cnes.fr - Tél 05 61 27 39 60

Biographie : Jean-Philippe Bernard

Jean-Philippe Bernard a effectué sa thèse à l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS) sur les poussières du milieu interstellaire, pendant laquelle il utilisait déjà les données de l'instrument Pronaos, embarqué sous un ballon stratosphérique. Il a effectué deux post-doctorats au Japon et aux États-Unis travaillant notamment sur les données du satellite ISO. Il obtient un poste de chargé de recherche au CNRS en 1996 à l'IAS où il est responsable des étalonnages de la caméra EPIC sur le satellite XMM. Il participe aussi à la définition de l'instrument HFI sur le satellite Planck et l'analyse des résultats de l'expérience sous ballon stratosphérique Archeops. Arrivé à l'IRAP en 2002, il participe activement à la publication des résultats des satellites Planck et Herschel. Il est aujourd'hui directeur de recherche et responsable scientifique du projet PILOT.

SVOM/ECLAIRs

La mission franco-chinoise SVOM a pour objectif de détecter les rayons X et gamma issus de phénomènes très violents comme l'explosion d'étoiles massives, la fusion d'étoiles à neutrons ou les trous noirs. Le mini-satellite d'une tonne, dont le lancement est prévu pour 2021, transportera à 600 km d'altitude deux instruments français, ECLAIRs et MXT, et deux instruments chinois, GRM et VT. ECLAIRs est une caméra au large champ de vue (un sixième du ciel) destinée à détecter les sursauts gamma. Un ordinateur embarqué déterminera la position de leur source dans le ciel. Une dizaine de secondes après cette détection, ECLAIRs devra signaler la position de la source émettrice aux télescopes au sol qui pourront, en 30 secondes seulement pour les plus rapides, pointer la bonne zone du ciel, observer le sursaut éphémère dans le domaine visible et déterminer la distance de la source. Après trois minutes environ, une fois le satellite SVOM correctement orienté dans l'espace, ce sera au tour du télescope à petit champ MXT de commencer une observation précise dans le domaine des rayons X. Les sources des sursauts gamma peuvent être des supernovae, explosions d'étoiles massives, ou des étoiles à neutrons et trous noirs issus de l'effondrement du cœur de ces étoiles. Les rayons X et gamma produits ne durent que quelques secondes et ne traversent pas l'atmosphère terrestre, d'où la nécessité de les détecter par satellite. Particulièrement brillants, il est possible de les voir jusque dans des régions très lointaines de l'Univers. Enfin, ils ont la capacité de conserver la signature de tous les milieux qu'ils ont traversés, depuis leur lieu de formation il y a plusieurs milliards d'années, en passant par la galaxie dans laquelle l'événement extrême à leur origine s'est produit, jusqu'au milieu interstellaire plus proche de nous. L'étude de ces jets est donc fondamentale à la compréhension de notre jeune Univers. La France fournit également un télescope robotique destiné au suivi depuis le sol, implanté au Mexique, et dont la caméra infrarouge CAGIRE est en construction à l'IRAP.



Module XRDPIX constitué de 32 détecteurs de tellure de cadmium de 4mm de côté. Le plan de détection de l'instrument ECLAIRs sera constitué de 200 modules de ce type.

© Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque

<https://svom.cnes.fr/fr/SVOM/Fr/index.htm>

La contribution française à la mission SVOM est développée en partenariat avec des laboratoires du CEA/Irfu et du CNRS dont l'IRAP, le Laboratoire d'astrophysique de Marseille (CNRS/Université Aix-Marseille), le Laboratoire astroparticules et cosmologie (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot /CEA) et l'Institut d'astrophysique de Paris (CNRS/Université Pierre-et-Marie-Curie).

Contacts :

Jean Luc Atteia - université Toulouse III Paul Sabatier, responsable scientifique ECLAIRs – jean-luc.atteia@irap.omp.eu - Tél 05 61 33 28 84

Roger Pons - ingénieur CNRS - roger.pons@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 66 59

François Gonzalez - chef de projet CNES - francois.gonzalez@cnes.fr - Tél 05 61 27 49 43

Biographie : Jean-Luc Atteia

Jean-Luc Atteia a obtenu son doctorat d'astrophysique en 1987 à l'Université Toulouse III Paul Sabatier, à quelques centaines de mètres de l'IRAP, son lieu de travail actuel. C'est là qu'il passe 12 ans en tant qu'assistant astronome, avant d'obtenir en 2000 le grade d'astronome. Entre 2001 et 2010, il travaille pour le Laboratoire astrophysique de Toulouse - Tarbes, qui devient IRAP en 2011. Jean-Luc Atteia est fasciné par l'aspect dynamique de l'Univers et ses phénomènes violents. De plus, après avoir collaboré 10 ans avec la Russie, 10 ans avec les États-Unis et 10 ans avec la Chine, il est devenu fervent défenseur de l'universalité de la science et du partage des connaissances, aussi bien entre les pays qu'entre les générations d'astrophysiciens.

ATHENA

La Terre appartient au Système solaire qui gravite autour de notre galaxie la Voie Lactée, elle-même incluse dans l'amas d'une quarantaine de galaxies appelé Groupe Local... Si l'on s'éloigne encore, des milliers d'autres amas de galaxies reliés les uns aux autres par des filaments plus fins peuplent notre univers et lui procurent une structure filamentaire en « toile d'araignée » qui suit les structures de matière noire. L'objectif de la mission ATHENA de l'ESA est de comprendre comment la matière s'est structurée en cette gigantesque toile cosmique, et comment sont nées et ont grandi les premières galaxies ainsi que les trous noirs qu'elles abritent en leur centre. Cet observatoire spatial dont le lancement est prévu pour fin 2028, embarquera un miroir et deux instruments focaux : un imageur grand champ et le X-IFU (X-ray Integral Field Unit), un spectromètre X à intégrale de champ. Le spectromètre français va capter et analyser le rayonnement X résultant des phénomènes les plus extrêmes observables dans l'Univers, comme l'accrétion de matière par un trou noir ou la circulation de gaz chaud piégé dans les amas de galaxies. Sachant que les amas de galaxies sont des structures fermées desquelles rien ne s'échappe, X-IFU permettra également de mesurer l'histoire de l'enrichissement en métaux de l'Univers et comprendre ainsi les processus de fabrication de ces éléments qui nous constituent ainsi que les planètes comme la Terre. Contrairement à ses prédécesseurs, grâce à son extrême sensibilité, ATHENA permettra d'observer l'Univers environ un milliard d'années après le Big Bang et ainsi d'étudier la formation des premiers trous noirs. La co-évolution des trous noirs et des galaxies sera ainsi étudiée pour mieux comprendre la corrélation entre la masse des galaxies et celle de leur trou noir central. Avec ses 800 kg et ses 4000 détecteurs, X-IFU est un instrument ambitieux, souvent considéré comme le plus complexe jamais réalisé pour une mission spatiale scientifique. <http://www.the-athena-x-ray-observatory.eu/> ; <http://x-ifu.irap.omp.eu/>

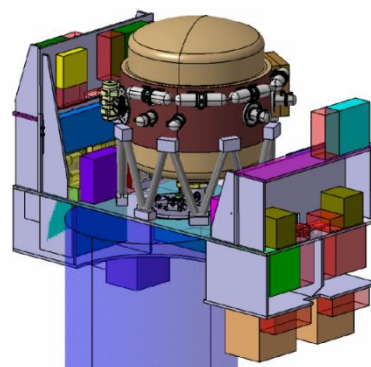


Schéma de l'instrument X-IFU
Crédit : I. Maussang et T. Lam-Trong

X-IFU est réalisé sous la responsabilité scientifique de l'IRAP et sous maîtrise d'œuvre du CNES. Le CEA et le Laboratoire astroparticules et cosmologie (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot /CEA) sont également impliqués.

Contacts :

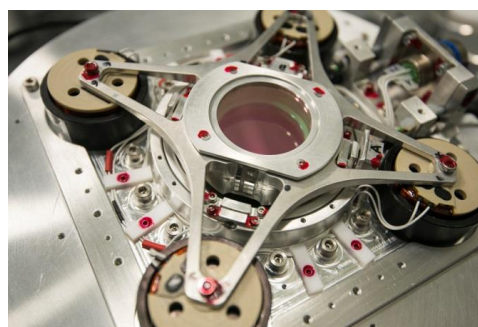
Didier Barret - chercheur CNRS, responsable scientifique X-IFU - didier.barret@irap.omp.eu Tél 05 61 55 85 61
Laurent Ravera - ingénieur CNRS - laurent.ravera@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 87 56
Thien Lam-Trong - chef de projet CNES - Thien.Lam-Trong@cnes.fr Tél 05 61 27 49 07

Biographie : Didier Barret <http://www.ebpt.fr/>

Médaillé de bronze du CNRS, président de la SF2A de 2006 à 2008, directeur de recherches première classe, membre du comité exécutif du laboratoire d'excellence OCEVU de 2012 à 2014, ancien président du groupe Astronomie du CNES, responsable scientifique du groupe « Galaxies, Astrophysique des Hautes Énergies, et Cosmologie » de l'IRAP de 2011 à 2015... Les accomplissements de Didier Barret sont nombreux depuis son entrée au CNRS en 1997. Le 26 juin 2014, après plus de 10 ans de travail, le projet ATHENA est finalement accepté par l'ESA et il prend la responsabilité scientifique de l'instrument X-IFU. Malgré cette effervescence professionnelle, l'astrophysicien a trouvé le temps de fonder l'association *Les étoiles brillent pour tous*. Depuis 2004, son objectif est d'amener la culture scientifique aux publics « empêchés » (prisons, hôpitaux, maisons de retraite). Pour cette initiative, il reçoit le prix « Le goût des sciences 2013 » des mains de la ministre de la Recherche et de l'Enseignement supérieur.

SPIRou

Spectropolarimètre et vélocimètre de haute précision capable d'observer dans le domaine infrarouge proche, SPIRou est un instrument innovant qui équipera le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH) dès l'automne 2017. SPIRou permettra tout d'abord de détecter et de caractériser les exoplanètes similaires à la Terre en orbite autour des naines rouges voisines du Système solaire, et plus spécifiquement celles situées dans la zone habitable de leur étoile, à l'intérieur de laquelle la présence d'eau liquide à leur surface est possible. SPIRou pourra également explorer, avec une sensibilité largement accrue par rapport aux instruments existants, la formation des étoiles et de leurs systèmes planétaires, et plus spécifiquement l'impact encore mal connu du champ magnétique sur cette genèse. L'instrument travaillera en étroite collaboration avec le satellite TESS de la NASA, qui cherchera lui aussi à détecter, à compter de 2018, les exoplanètes proches via la méthode complémentaire des transits photométriques. Le nouveau télescope spatial James Webb prendra alors le relais pour tenter de caractériser l'atmosphère des exoplanètes détectées et rechercher des biomarqueurs suggérant la présence de vie. Inspiré des spectropolarimètres optiques ESPaDOnS et NARVAL du TCFH et du Télescope Bernard Lyot (TBL) du Pic du Midi, et du vélocimétrie visible HARPS, SPIRou représente également un défi technologique : il intègre notamment un spectrographe cryogénique refroidi à -200°C et ultra-stabilisé en température à un millième de degré, ce qui lui permet d'observer dans l'infrarouge sans être pollué par le rayonnement thermique ambiant et de garantir que les variations nanométriques trahissant la présence d'exoplanètes soient détectables sans ambiguïté. SPIP, le jumeau de SPIRou qui équipera le TBL à compter de 2020, sera construit sur un financement de la Région Midi-Pyrénées, et viendra épauler SPIRou dans son exploration des nouveaux mondes. <http://spirou.irap.omp.eu/>; http://www.ast.obs-mip.fr/article.php3?id_article=1006



Stabilisateur d'image du module Cassegrain, permettant de corriger les mouvements dus à la turbulence atmosphérique et aux instabilités du télescope
© Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque

SPIRou est un projet international, impliquant dix instituts dans sept pays : la France, le Canada, le Brésil, Taiwan, les États-Unis, la Suisse et le Portugal.

Contacts :

Jean François Donati - chercheur CNRS, responsable scientifique SPIRou - jean-francois.donati@irap.omp.eu - Tél 05 61 33 29 17

Driss Kouach - ingénieur CNRS, chef de projet - driss.kouach@obs-mip.fr - Tél 05 61 33 28 73

Biographie : Jean-François Donati <http://expomag.ast.obs-mip.fr/>

Ancien élève de l'école Polytechnique, directeur de recherche au CNRS en poste à l'IRAP, Jean-François Donati étudie principalement la naissance des étoiles et des planètes, et notamment le rôle du champ magnétique dans cette genèse. Il a conçu les spectropolarimètres ESPaDOnS et NARVAL des télescopes Canada-France-Hawaï et Bernard Lyot au Pic du Midi, et travaille maintenant sur les jumeaux SPIRou et SPIP. Le résultat de ses recherches, objet de plus de 200 publications, a été récompensé en 2008 par le prix Deslandres de l'Académie des Sciences. Pour l'année mondiale de l'astronomie en 2009, il a conçu l'exposition tout public « Nature Magnétique : des atomes aux étoiles » sur le thème du magnétisme. De cette exposition est né un partenariat avec le journal SPIROU.

Solar Orbiter

La mission Solar Orbiter, dont le lancement est prévu pour octobre 2018, a pour vocation d'étudier les relations entre l'activité de la surface solaire (éruptions, taches, champ magnétique,...) et les perturbations de l'environnement solaire qui en résultent (les différents vents solaires, les chocs et la production de particules énergétiques, les éjections de masse coronale...). Cette mission est la première du programme Cosmic Vision 2015-2025 de l'ESA. La sonde, placée sur une orbite elliptique approchant le soleil à environ 50 millions de kilomètre (un tiers de la distance Soleil/Terre), effectuera deux types de mesures. D'une part, elle effectuera des observations de spectro-imagerie à distance des structures 'coronales' et des éruptions solaires en pointant la même zone du Soleil pendant plusieurs jours. Par ailleurs, les particules chargées éjectées par le Soleil et constituant le vent solaire seront étudiées *in situ* de manière à mettre en lien ces éjections avec les événements de la surface dont elles sont issues, ceci en lien avec des mesures de champs électromagnétiques. Solar Orbiter comporte une dizaine d'instruments : l'IRAP est responsable du senseur PAS (*Proton Alpha Sensor*), qui devra déterminer la densité et la vitesse des protons et des particules alpha, qui sont les composants majeurs du vent solaire. Cet instrument sera entre 100 et 1000 fois plus précis que ses prédécesseurs des missions Helios 1 et 2 lancés dans les années 1970. Un des défis techniques majeurs est l'obligation de fonctionner dans des situations de flux intenses, avec des surfaces 'chaudes' de l'instrument portées à plus de 500°C, et à l'autre extrême, des situations froides (-40°C), lorsque la sonde est à son point d'éloignement maximal du Soleil. Autre difficulté, la sonde et ses instruments devront être capables de fonctionner en autonomie complète jusqu'à 60 jours d'affilée, durée de son passage derrière notre étoile durant laquelle aucun ordre ne pourra lui être envoyé.

Les données recueillies par Solar Orbiter pourront être couplées avec celles de la sonde Solar Probe, actuellement développée par la NASA pour un lancement également en 2018, et qui approchera le Soleil à seulement 7 millions de kilomètres. Cette combinaison permettra de mettre en lien les événements de la surface solaire avec les perturbations et processus d'accélération du vent solaire, sur la quasi-intégralité de la distance Soleil-Terre. Ensembles, ces deux missions constitueront un outil exceptionnel pour l'étude de l'activité du soleil, de son environnement et des perturbations résultantes à notre planète et notre proche milieu spatial. <http://sci.esa.int/solar-orbiter/> ; <https://solar-orbiter.cnes.fr/>

L'ESA est maître d'ouvrage du satellite Solar Orbiter qui sera lancé par la NASA en 2018. Le CNES participe à la fabrication de 6 des 10 instruments de la mission, avec au moins sept laboratoires français impliqués, dont le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot/UPMC/UVSQ/CNES) et l'IRAP.

Contacts :

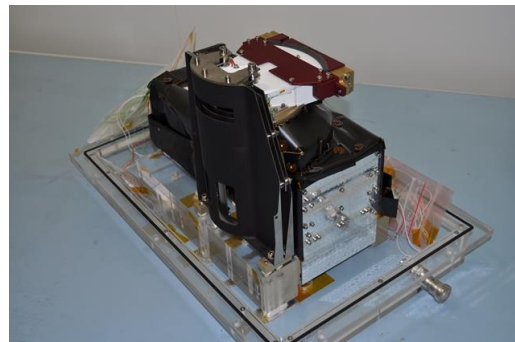
Philippe Louarn – chercheur CNRS, responsable scientifique PAS - philippe.louarn@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 81 01

Andrei Fedorov - ingénieur CNRS, chef de projet - andrei.fedorov@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 64 82

Isabelle Fratter - chef de projet CNES - isabelle.fratter@cnes.fr - Tél 05 61 27 44 27

Biographie : Philippe Louarn

Actuel directeur de l'IRAP, Philippe Louarn est directeur de recherche au CNRS, spécialiste de la physique des plasmas spatiaux. Il travaille principalement à l'observation et l'interprétation des processus observés dans les environnements magnétisés du système solaire. Il s'agit de comprendre par des mesures 'in-situ' des processus et des mécanismes « génériques », potentiellement applicables à des situations astrophysiques générales, tels que les processus d'accélération de particules, de chauffage et de rayonnement des plasmas, la génération ou la dissipation des champs magnétiques. Les observations se font principalement à partir de missions spatiales qui explorent ces environnements magnétisés, tels que CLUSTER, THEMIS ou MMS à la Terre, GALILEO et JUNO à Jupiter, CASSINI à Saturne, Bepi Colombo, Solar Orbiter et Solar Probe, missions dont il est co-investigateur. Son implication technique principale est aujourd'hui liée à la mission Solar Orbiter dont il est co-responsable du consortium SWA (Solar Wind Analyzer).



Modèle structurel et thermique de l'instrument PAS. Il est pleinement représentatif de l'encombrement, de la masse et des propriétés thermiques de l'instrument. Ce modèle a été testé sous un flux solaire représentatif de 10 constantes solaires. Crédit : IRAP

CALIPSO

Dans l'Univers, le plasma est l'état de la matière le plus commun et des instruments sont régulièrement lancés dans l'espace pour l'étudier. CALIPSO (CALibration d'Instruments Particules et Services d'Observation) est un ensemble de trois enceintes à vide, de respectivement 3 m³, 1 m³ et 20 L, destinées à étalonner ces instruments particules pour l'IRAP et ses partenaires. Ces instruments ont pour but de détecter les particules chargées (ions et électrons) du plasma présent dans les différents environnements chargés et magnétisés du Système solaire. Dans les enceintes à vide, à température ambiante et dans le vide, un dispositif automatisé permet d'orienter les instruments à 360° pour être certain de tester leur bon fonctionnement selon tous les angles de détection possibles. Les trois enceintes sont reliées à différents types de canons à ions et/ou électrons destinés à bombarder les instruments spatiaux de particules chargées. Le plus souvent, le filament d'une lampe est chauffé pour produire un plasma d'électrons. Ces électrons sont ensuite accélérés par application d'une haute tension (pouvant atteindre 30 kV dans le cas de CALIPSO 1) puis, soit directement envoyés sur l'instrument à tester, soit envoyés sur un gaz résiduel pour produire des ions qui seront à leur tour accélérés pour bombarder l'intérieur de l'enceinte à vide. La calibration d'un instrument nécessite en générale 15 jours de fonctionnement à plein temps pour chaque enceinte et des tests de durée de vie d'instruments s'étalant sur plusieurs mois sont également réalisables. CALIPSO 2 et 3, pour lesquels des éléments de leur prédécesseur lui aussi conçu à l'IRAP ont été récupérés, sont déjà en fonctionnement. CALIPSO 2 a ainsi été utilisé en 2015 pour les vérifications finales des deux analyseurs d'électrons fournis par l'IRAP pour la mission BepiColombo (Mercure) et servira en 2016 à calibrer les détecteurs (galettes à micro-canaux) de l'instrument JENI (Jupiter Energetic Neutrals and Ions) pour la mission JUICE (Jupiter). CALIPSO 3 et son canon à électrons ont permis d'étalonner les photomultiplicateurs de l'instrument PAS (Proton Alpha Sensor) de la mission Solar Orbiter. La dernière étape en cours avant la mise en service fin 2016 de CALIPSO 1, dont tous les éléments sont neufs, est le développement d'un logiciel de contrôle permettant d'automatiser les protocoles de tests, et utilisable à terme pour le fonctionnement des trois enceintes CALIPSO.



CALIPSO 1 et son canon à ions.
Crédit : Fleur Olganier

Contacts :

Nicolas André - chercheur CNRS, responsable scientifique - nicolas.andre@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 83 70
Éric Le Comte - ingénieur CNRS, responsable technique - eric.lecomte@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 66 92

Biographie : Nicolas André

Ancien élève de SUPAERO, chargé de recherche au CNRS en poste à l'IRAP depuis 2009, Nicolas André étudie principalement l'environnement magnétisé et ionisé des planètes géantes à l'aide d'études théoriques et d'analyse de données observationnelles, notamment fournies autour de Saturne par la mission Cassini-Huygens depuis 2004 et la mission Juno en route vers Jupiter. Il participe également à la préparation des grandes missions futures d'exploration de ces environnements, comme la mission JUICE de l'ESA pour laquelle il avait été l'un des proposants principaux en 2006. Il est responsable depuis 2014 des deux analyseurs d'électrons (Mercury Electron Analyzer) fournis par l'IRAP pour la mission BepiColombo. Enfin, il coordonne les services de météorologie spatiale planétaire en cours de développement au sein de l'infrastructure européenne Europlanet.

CTA

Le Cherenkov Telescope Array (CTA) est un observatoire au sol qui aura pour mission d'observer le rayonnement gamma des sources célestes capables d'émettre à très haute énergie. Le réseau CTA s'inspire des télescopes au sol H.E.S.S en Namibie (5 télescopes de 12 m de diamètre et un de 28 m), VERITAS aux États-Unis (4 télescopes de 12 m) et MAGIC aux Canaries (2 télescopes de 17 m). CTA a pour ambition de surpasser de loin ces prédécesseurs. Pas moins de 100 télescopes de 23, 12 et 4 m devraient être répartis sur deux sites, dans l'hémisphère Sud au Chili et dans l'hémisphère Nord à La Palma en Espagne. Le projet, qui implique plus de 200 laboratoires répartis dans 32 pays, est en phase de



Vue d'artiste du futur télescope au sol
CTA

negociations finales en matière de financements. La construction devrait commencer début 2017. Les supernovae, pulsars, étoiles à neutrons ou encore trous noirs sont capables d'accélérer des particules à des énergies relativistes et la compréhension de la manière dont se propagent ces particules est fondamentale dans l'étude des objets célestes qui les émettent. Le Cherenkov Telescope Array sera capable de détecter le rayonnement Tcherenkov, c'est-à-dire le flash de lumière bleu produit par la cascade d'électrons et de positrons issue de l'absorption des rayons gamma par l'atmosphère terrestre. Aujourd'hui, l'IRAP s'occupe du développement du logiciel qui sera utilisé par les chercheurs du monde entier souhaitant analyser les données issues des observations CTA. Ce logiciel est conçu en open source en partenariat avec des équipes d'autres laboratoires en français et allemands. De plus, une quinzaine télescopes de taille moyenne du Cherenkov Telescope Array seront équipés d'une caméra NectarCAM, contribution majeure de la France au projet. L'IRAP fournit les détecteurs de ces caméras et leur système d'alimentation haute tension, éléments fondamentaux faisant face au ciel et chargés de collecter la lumière Tcherenkov focalisée par le miroir de chaque télescope. Un premier prototype de NectarCAM développé en partenariat avec d'autres laboratoires français devrait voir le jour très prochainement. <https://portal.cta-observatory.org/Pages/Home.aspx>

L'étude des rayonnements gamma est au cœur de la politique scientifique de nombreux pays européens. C'est pourquoi la quasi-totalité de ces pays est impliquée dans le projet CTA. En France, participent les laboratoires de l'Institut national des sciences de l'Univers du CNRS, l'IRAP, l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (CNRS/UGA/CNES), le Laboratoire univers et théories (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot) et le Laboratoire galaxies, étoiles, physique et instrumentation (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot), huit laboratoires de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (CNRS) et le CEA.

Contacts :

Jürgen Knödlseder - chercheur CNRS, responsable CTA - jurgen.knodlseder@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 66 63

Pierre Jean - université Toulouse III Paul Sabatier, responsable NectarCAM - pjean@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 67 44

Biographie : Jürgen Knödlseder

D'origine allemande, Jürgen Knödlseder effectue son Master d'astrophysique à l'Université de Munich puis rejoint la France pour travailler sur sa thèse consacrée à la détermination de l'origine du radio-isotope ^{26}Al Galactique à l'Université Paul Sabatier Toulouse III. Travaillant durant trois années de post-doctorat sur le développement de l'observatoire spatiale INTEGRAL, dont deux à l'IRAP, il accède à un poste de chargé de recherche CNRS en 2001. En 2008, il est nommé directeur du Groupement de Recherche Phénomènes Cosmiques de Haute Énergie du CNRS, qui devient en 2012 Programme National Hautes Énergies qu'il continue de diriger jusqu'en 2013. En 2009, il est promu directeur de recherche. Nommé en 2012 responsable du projet CTA pour le CNRS, Jürgen Knödlseder devient chair du CTA Consortium Board, poste qu'il occupe encore aujourd'hui.

SUPERCAM

L'instrument français ChemCam équipe le rover américain Curiosity et analyse la composition chimique des roches du sol martien *in situ* depuis août 2012. Son successeur, SuperCam, a été sélectionné pour la mission de la NASA Mars 2020 dont les objectifs sont multiples : prélever des échantillons qui pourront être ramenés sur Terre, fabriquer de l'oxygène sur place pour préparer l'arrivée de l'Homme, poursuivre l'étude géologique de Mars et compléter le catalogue des molécules organiques déjà détectées par l'autre instrument franco-américain de Curiosity, SAM. C'est plus précisément le lien entre ces molécules organiques et la vie qui est recherché (traces pré-biotiques). L'instrument SuperCam y contribue à travers des mesures chimiques et minéralogiques, et potentiellement la détection de certains organiques. De son prédécesseur, SuperCam conserve la technologie laser LIBS qui permet de déterminer la composition chimique des roches : un système optique monté au sommet du mât du rover envoie des impulsions laser dans l'infrarouge (1064 nm) sur une cible choisie jusqu'à 7 m de distance, créant ainsi un plasma dont la lumière est analysée par trois spectromètres situés dans le corps du rover. La grande innovation de SuperCam est l'utilisation de la spectrométrie Raman. Jusqu'à 12 m, un rayonnement laser vert (532 nm) peut être envoyé sur une cible choisie, faisant vibrer ses molécules qui renvoient alors un signal Raman propre à chacune. Amplifié, ce signal permet de déterminer la composition moléculaire et les minéraux de la roche visée. D'autre part, une caméra permettra d'avoir une image couleur HD des roches analysées. Enfin, autre nouveauté à la surface de Mars, un spectromètre infrarouge intégré dans SuperCam fournira une caractérisation minéralogique indépendante des échantillons. La combinaison des informations récoltées par chaque sous-système de SuperCam permettra de mettre en évidence les compositions chimiques et minéralogiques du site d'atterrissage et de rechercher d'éventuelles traces pré-biotiques. En avril 2016, un modèle de démonstration de l'instrument assemblé à l'IRAP doit être livré à Los Alamos (États-Unis) puis relié aux spectromètres de fabrication américaine pour tester le bon fonctionnement de l'ensemble. Le modèle de vol devrait quant à lui être fourni à la NASA début 2018 et commencer ses analyses du sol martien à l'arrivée de la mission sur la planète rouge en février 2021.

L'instrument franco-américain SuperCam équipera le rover réalisé par le Jet Propulsion Laboratory (Caltech, Californie). L'Observatoire Midi-Pyrénées (CNRS/Université Toulouse III Paul Sabatier), le CNES, l'IRAP, le LAB (CNRS/Université de Bordeaux), l'IAS (CNRS/Université Paris Sud), le LATMOS (CNRS/UVSQ) et le LESIA (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot/UPMC/UVSQ/CNES) participent à la réalisation de l'instrument SuperCam. Sept autres laboratoires français participent scientifiquement au projet.

Contacts :

Sylvestre Maurice - université Toulouse III Paul Sabatier, concepteur de ChemCam et responsable scientifique de SuperCam - sylvestre.maurice@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 75 50

Olivier Gasnault - chercheur CNRS, responsable scientifique de ChemCam et co-investigateur de SuperCam - olivier.gasnault@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 75 53

Philippe Caïs - ingénieur CNRS - cais@obs.u-bordeaux1.fr - Tél 05 57 77 61 47

Biographie : Sylvestre Maurice

Auteur et co-auteur d'environ 120 articles scientifiques, Sylvestre Maurice a participé à de très nombreuses missions d'étude du Système Solaire pour le compte de l'ESA et de la NASA (missions Cassini, Lunar Prospector, Mars Odyssey, Messenger, Curiosity). Avec une équipe américaine, il a découvert de la glace d'eau aux pôles de la Lune en 1998, à la surface de Mars en 2004, puis aux pôles de Mercure en 2011. En 2005, il conçoit l'instrument ChemCam qui participe à démontrer l'habitabilité passée de Mars. Par la suite, il propose SuperCam à la NASA pour la détection de traces de vie sur la planète rouge. L'instrument est sélectionné pour la mission Mars 2020 en juillet 2014 et il en est aujourd'hui co-responsable.



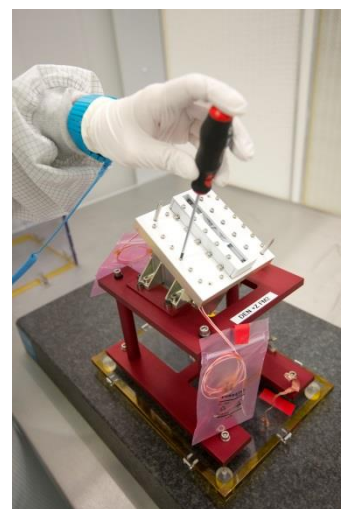
Intégration finale du modèle de SuperCam qui servira pour des tests mécaniques et thermiques.

© Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque

XGRE et IDEE, de la mission TARANIS

TARANIS est une mission destinée à étudier la « face cachée des orages », c'est-à-dire tous les phénomènes qui se produisent entre 30 et 90 km au-dessus des nuages lors d'une tempête orageuse. Parmi eux, les événements lumineux transitoires (TLE dans le domaine visible), les émissions électromagnétiques (dans le domaine radio) et les flashs de rayonnements X et gamma (TGF). En effet, les nuages d'orage sont aujourd'hui soupçonnés d'être des accélérateurs de particules à des énergies relativistes (photons X et gamma, électrons) et donc des créateurs d'antimatière. Le microsatellite TARANIS du CNES embarquera huit instruments à 700 km d'altitude. Un premier instrument sous la responsabilité de l'IRAP, XGRE, a pour objectif de mesurer les rayonnements X et gamma. IDEE, le deuxième instrument IRAP dont le modèle de vol est en cours de qualification à Toulouse, doit quant à lui mesurer les électrons relativistes accélérés dans les nuages ainsi que ceux issus des ceintures de radiation terrestres. Les champs électrique et magnétique et le plasma thermique seront également quantifiés. Enfin, une caméra permettra de détecter les éclairs lumineux (sous le nuage). Elle sera doublée de photomètres pour localiser les émissions à haute altitude (au-dessus du nuage) et étudier leurs caractéristiques et leur éventuelle corrélation avec les éclairs classiques. Le lancement du satellite est prévu pour 2018.

<https://taranis.cnes.fr/>



Modèle de vol de l'instrument IDEE en cours de qualification à l'IRAP.
© Sébastien CHASTANET / OMP / IRAP / CNRS Photothèque

Le LPC2E assure la maîtrise d'œuvre du développement de la charge utile scientifique et d'une partie du Centre de mission scientifique TARANIS. D'autres laboratoires scientifiques français collaborent à TARANIS : le CEA, l'IRAP, le Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (CNRS/UVSQ), le Laboratoire de physique et chimie de l'environnement et de l'espace (CNRS/Université d'Orléans) et le Laboratoire astroparticules et cosmologie (CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot /CEA). L'Université d'Hokkaido (Japon), de Stanford (États-Unis), l'Institut de physique atmosphérique et l'Université Charles (République Tchèque) et le Space Research Center de Varsovie (Pologne) sont également impliqués.

Contacts :

Pierre-Louis Blelly – chercheur CNRS, responsable scientifique IDEE et XGRE –
pierre-louis.blelly@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 66 68

Pierre Devoto – ingénieur CNRS, chef de projet - pierre.devoto@irap.omp.eu - Tél 05 61 55 66 83

Christophe Bastien-Thiry - christophe.bastien-thiry@cnes.fr - Tél 05 61 27 38 53

Biographie : Pierre-Louis Blelly

En 1992, Pierre-Louis Blelly soutient sa thèse à l'IRAP sur les échanges d'ions dans l'atmosphère terrestre appelés « vent polaire ». Recruté dès l'année suivante comme chargé de recherche au CNRS, il continue ses travaux sur les ionosphères planétaires à Toulouse, et s'intéresse en particulier à leur modélisation. En 2003, il est nommé directeur de recherche au CNRS puis prend la direction du Laboratoire de physique et chimie de l'environnement et de l'espace d'Orléans (Lpc2E) jusqu'en 2007. En 2009, il intègre la mission TARANIS et prend la responsabilité scientifique de l'instrument XGRE. Il participe également à la modélisation des données de la mission Mars Express en 2010. Enfin, en plus de XGRE, Pierre-Louis Blelly est aujourd'hui le responsable scientifique de l'instrument IDEE.

NANOCOSMOS

Les poussières cosmiques éjectées par les étoiles en fin de vie jouent un rôle majeur dans l'évolution des objets astronomiques. Néanmoins, les études destinées à mieux comprendre ces processus se heurtent à notre connaissance encore très limitée sur les propriétés de ces poussières. Celles-ci sont constituées de très petites particules de taille nanométrique mais dont la taille exacte, la composition et la structure restent à préciser. L'objectif du projet NANOCOSMOS est d'avancer dans notre compréhension des processus de formation et des propriétés physico-chimiques de ces poussières cosmiques. Fruit d'une collaboration européenne, le projet comprend des installations espagnoles et françaises. A Madrid, la *Stardust Machine* s'attache à fabriquer des analogues de poussière cosmique en laboratoire dans des conditions physiques et chimiques qui approchent celles des enveloppes d'étoiles en fin de vie où cette poussière se forme. A Toulouse, ces poussières seront analysées avec le dispositif AROMA et leurs propriétés seront étudiées avec le dispositif PIRENEA 2, successeur de PIRENEA, et l'expérience ESPOIRS qui combinent ambiance cosmique et techniques avancées de spectroscopie. Le dispositif PIRENEA 2, comme son grand frère, cherchera à recréer des conditions de température ($T \sim 30$ K) et de pression ($P < 10^{-10}$ mbar) permettant d'étudier l'évolution de ces nanograins dans des conditions se rapprochant de celles du milieu interstellaire. En même temps, des observations radioastronomiques sont menées afin d'inspecter le contenu moléculaire et les processus chimiques dans la zone de formation de la poussière autour des étoiles évoluées en tirant profit de la puissance de l'interféromètre ALMA. La combinaison de ces données avec les expériences de laboratoire permettra d'avoir une nouvelle vision de la composition des grains de poussière cosmiques, leur évolution et leur impact sur leur environnement. Dans le cadre du programme Synergy 2013, le Conseil européen de la recherche (ERC) a accordé au projet NANOCOSMOS un financement de 15 millions d'euros pour une durée de 6 ans.

A Toulouse, plusieurs chercheurs du Laboratoire de chimie et physique quantiques (CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier), du Laboratoire collisions agrégats réactivité (CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier) et du Laboratoire plasma et conversion d'énergie (CNRS/ Université Toulouse III – Paul Sabatier/INP Toulouse) collaborent avec l'IRAP sur le projet NANOCOSMOS.

<http://www.icmm.csic.es/nanocosmos/>

Contact :

Christine Joblin – chercheuse CNRS, co-responsable scientifique du projet NANOCOSMOS - christine.joblin@irap.omp.eu
– Tél 05 61 55 86 01

Biographie : Christine Joblin

Après avoir soutenu sa thèse sur la spectroscopie de molécules aromatiques d'intérêt astrophysique en 1992, Christine Joblin effectue son post-doctorat aux Etats-Unis, au *NASA Ames Research Center* en Californie avant de rejoindre en 1995 le Centre d'étude spatiale des rayonnements, qui deviendra l'IRAP. Directrice de recherche CNRS depuis 2007, Christine Joblin obtient en 2015 la médaille d'argent du CNRS. Ses recherches se situent à l'interface de l'astronomie, de la physique et de la chimie. En combinant expériences en laboratoire et observations à l'aide de grands télescopes, elle étudie le cycle des plus fins constituants de la matière cosmique.



L'analyse moléculaire AROMA
installé au LCAR. Crédit : Christine
Joblin



Plateforme expérimentale de planétologie

La plateforme expérimentale de planétologie regroupe de nombreuses expériences permettant de recréer, en laboratoire, des conditions rencontrées en surface et à l'intérieur des planètes telluriques et petits corps. Elle vise à améliorer notre compréhension des processus physico-chimiques qui forment et modèlent ces objets planétaires.

Les thématiques abordées incluent notamment :

- l'étude des interactions chimiques entre silicates et métaux à haute pression et haute température lors de la formation de noyaux planétaires.
- la déformation et la viscosité des minéraux des manteaux planétaires.
- les cinétiques de nucléation et de croissance cristalline à partir de liquides volcaniques.
- les interactions chimiques eau-gaz-roche qui mènent à l'altération minéralogique.
- l'interaction lumière-matière nécessaire pour l'interprétation des données spectroscopiques issues de l'exploration spatiale.

Parmi les expériences existantes, la plateforme comprend notamment une enceinte reproduisant les conditions atmosphériques à la surface de Vénus permettant entre autre d'étudier l'altération des roches. Un module de haute pression capable d'atteindre des pressions proches de la limite noyau-manteau sur Mars est actuellement en cours de développement. Par ailleurs, l'expérimentation de haute et de basse température permet aussi de traiter des problématiques d'un intérêt socio-économique développées en collaboration avec des partenaires industriels sur des applications à l'amont et l'aval du cycle nucléaire (formulation des verres de confinement, stockage en formation géologique des déchets vitrifiés...).

Contact :

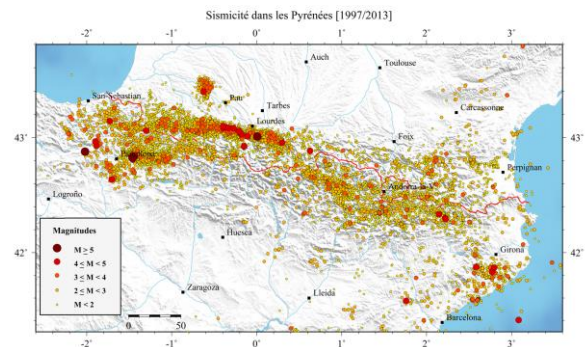
Frédéric Béjina - chercheur CNRS, responsable de la plateforme expérimentale de planétologie - frederic.bejina@irap.omp.eu – Tél 05 61 33 26 01

Biographie : Frédéric Béjina

Frédéric Béjina a effectué sa thèse de doctorat à l'université Paris XI (Orsay) sur l'étude expérimentale la diffusion atomique (mouvement des atomes dans les solides) dans les silicates en vue de mieux contraindre les réactions chimiques à l'état solide et les mécanismes de déformation existants dans les intérieurs planétaires (haute pression et haute température). Il a ensuite poursuivi ses recherches au *Center for High Pressure Research* de l'université de Stony Brook aux Etats-Unis lors d'un séjour postdoctoral de 3 ans. Frédéric Béjina intègre le CNRS en 1998 au Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie puis l'IRAP lors de sa création en 2011. Aujourd'hui, sa recherche porte sur la déformation des minéraux sous haute pression ainsi que leurs propriétés thermoplastiques, études expérimentales menées dans des presses de type multi-enclume situées sur des lignes de rayons X synchrotron.

Le réseau sismique

Près de mille séismes sont recensés chaque année dans les Pyrénées. Au moins une trentaine est ressentie localement. Cette activité sismique est due à la confrontation de deux plaques tectoniques : la petite plaque Ibérie et l'immense plaque Eurasie. Pour étudier ces événements, le réseau sismique bénéficie de nombreuses stations situées dans les Pyrénées, aussi bien sur des sites calmes que dans des zones urbaines. Le réseau est composé de 12 stations de seconde génération, équipées de capteurs courte-période dédiés à l'étude de petits séismes proches, enregistrant et transmettant leurs enregistrements à l'OMP par téléphone sur appel quotidien. Le réseau est également constitué de 12 stations de troisième génération, équipées de capteurs à large bande passante dédiés à l'étude des séismes locaux et mondiaux, enregistrant en continu, et transmettant leurs enregistrements en temps réel par Internet. 12 accéléromètres viennent compléter le réseau. Ils sont destinés, quant à eux, à mesurer l'accélération du sol en zone urbaine, mesures essentielles en construction et génie civil. D'ici fin 2018, dans le cadre du projet d'équipement instrumental RESIF (Réseau sismologique et géodésique français), initié et coordonné par l'INSU, toutes les stations de seconde génération seront modernisées (enregistrement large-bande en continu) pour porter le parc à 45 stations en continu à transmission temps réel. Service d'observation de l'Observatoire Midi-Pyrénées, le réseau sismique collecte les données enregistrées par les différents acteurs locaux, français et espagnols, en charge de la surveillance sismique des Pyrénées. Il édite ainsi des bulletins synthétiques de la sismicité pyrénéenne. L'équipe en charge du réseau sismique est également impliquée dans la mission Insight destinée à l'étude de la structure interne de Mars.



Carte de sismicité des Pyrénées grâce aux mesures des stations du réseau sismique. Crédit : Matthieu Sylvander

Contacts :

Marie Calvet - université Toulouse III Paul Sabatier, responsable scientifique du réseau accélérométrique - marie.calvet@irap.omp.eu – Tél 05 61 33 30 14

Matthieu Sylvander - université Toulouse III Paul Sabatier, responsable scientifique du réseau vélocimétrique et de la surveillance sismique des Pyrénées - matthieu.sylvander@irap.omp.eu – Tél 05 61 33 29 82

Biographie : Marie Calvet

Physicienne de formation, Marie Calvet a effectué sa thèse en sismologie au Laboratoire de dynamique terrestre et planétaire de l'Observatoire Midi-Pyrénées en 2006. Elle a par la suite effectué un post-doctorat au Laboratoire de géophysique interne et tectonophysique de Grenoble avant d'être recrutée sur un poste de physicienne adjoint en 2007. Responsable de l'antenne OMP du réseau accélérométrique permanent et responsable adjointe du groupe thématique "Dynamique des Intérieurs Planétaires" au sein de l'IRAP, Marie Calvet s'intéresse plus particulièrement à la structure du noyau terrestre et de la Lune, à la modélisation de la propagation des ondes sismiques et à leur atténuation.

ISEP

L'imageur spectral de laboratoire de l'Observatoire Midi-Pyrénées (ISEP) est un instrument unique qui permet de mesurer dans le domaine visible-proche-infrarouge, et au plus près des conditions naturelles, les propriétés spectrales d'échantillons macroscopiques de roches ou de sols plus ou moins altérés. Ces mesures de réflectance spectrale bidirectionnelle, réalisées en contrôlant les angles d'incidence et d'émergence de la lumière solaire sur les échantillons, renseignent sur leurs propriétés minéralogiques, optiques, et physiques. Ces données de laboratoire, intégrant les influences de nombreux paramètres liés aux conditions d'observation et à la nature de la surface étudiée, constituent une aide indispensable pour l'observation spectrale mise en œuvre par télédétection orbitale ou in situ pour étudier la Terre et les planètes. Elles permettent ainsi de faire le lien entre les différentes échelles d'observation allant de la télédétection orbitale à l'échelle du cristal dans la roche. Cette approche permet de simuler des observations spectrales sous des géométries variées, servant à :

- l'amélioration des méthodes de déconvolution spectrale et des modèles spectro-photométriques utilisés pour décrire les propriétés physiques des surfaces géologiques terrestres et planétaires (sols, affleurements, régolites...)
- l'interprétation des données acquises par moyens aéroportés (surfaces continentales terrestres) ou spatiaux :
 - o missions planétaires vers la Lune : Smart1 (ESA), LRO (NASA),
 - o vers Mercure : Messenger (NASA)
 - o vers Mars : Mars Express (ESA), MRO (NASA), MERs (NASA), MSL (NASA) ...
- la préparation des instruments optiques prévus sur Bepi-Colombo (ESA), MSL 2020 (NASA),...



ISEP avec sa source d'éclairage artificielle (à gauche sur la photo)
Crédit : IRAP

Contacts :

Patrick Pinet – Directeur de recherche CNRS - pinet.patrick@gmail.com – Tél 05 61 33 29 65

Yves Daydou – ingénieur de recherche CNRS – yves.daydou@irap.omp.eu – Tél 05 61 33 29 61

Biographie : Patrick Pinet

Fort d'une double formation en astronomie et géosciences, Patrick Pinet a développé en France, dès son entrée au CNRS en 1985, l'imagerie hyperspectrale et spectrophotométrie pour l'étude géologique des surfaces planétaires (Lune, Mars, Terre), notamment les roches ignées, par des moyens télescopiques (T2M, Pic du Midi; CFH, Hawaï), orbitaux, aéroportés et/ou in situ et a participé à de nombreuses missions spatiales (Clementine, Smart-1, Mars-Express, MSL). Avec son équipe, il a conçu et développé à l'Observatoire Midi-Pyrénées l'imageur spectral pour l'exploration planétaire (ISEP), une facilité d'imagerie spectrophotogoniométrique pour étudier le comportement spectral, photométrique et polarimétrique de surfaces géologiques étendues granulaires (sols, régolites) ou rocheuses (affleurements).

PHOTOS

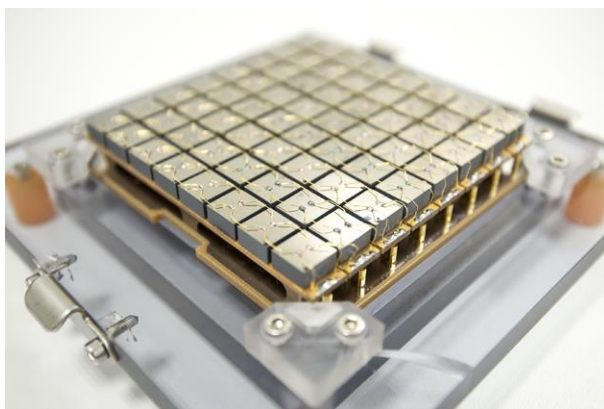
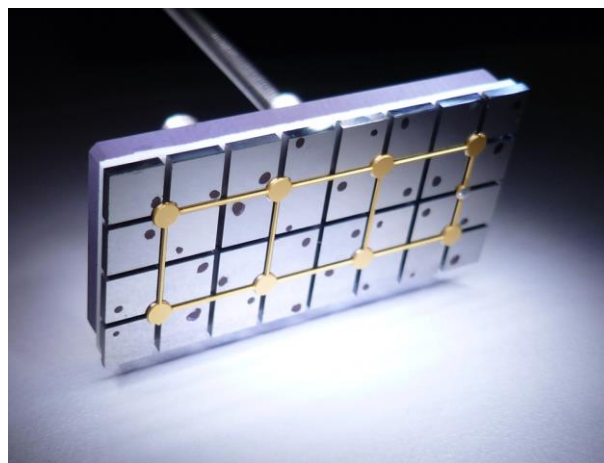
Visuels disponible sur la photothèque du CNRS : <http://phototheque.cnrs.fr/p/298-1-1-0/>

Référence : 20160022_0041

Légende : Module de détection XRDPIX destiné à l'instrument ECLAIRS transporté par le mini-satellite SVOM. Il est constitué de 32 détecteurs de tellure de cadmium de 4 mm de côté. Le plan de détection d'ECLAIRS sera composé de 200 modules de ce type. Le lancement du mini-satellite SVOM d'une tonne est prévu pour 2021 pour transporter ECLAIRS et d'autres instruments à 600 km d'altitude. L'objectif de SVOM est de détecter les rayons X et gamma issus de phénomènes très violents comme l'explosion d'étoiles massives, la fusion d'étoiles à neutrons ou les trous noirs.

Taille maximale : 30.19 x 19.7 cm / 300 dpi

Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque



Référence : 20160022_0035

Légende : Plan de détection tellure de cadmium (CdTe) de l'instrument IDEE (Instrument détecteur d'électrons énergétiques) qui sera embarqué sur le microsatellite Taranis du CNES, à 700 km d'altitude. Ce plan détecte les électrons d'une énergie jusqu'à 4 MeV. Le rôle d'IDEE est de mesurer les faisceaux d'électrons de haute énergie, générés au-dessus des nuages d'orages et leur couplage avec l'ionosphère. Le microsatellite Taranis est destiné à étudier tous les phénomènes entre 30 et 90 km au-dessus des nuages, lors d'une tempête orageuse. Les nuages d'orage sont en effet soupçonnés d'être des accélérateurs de particules à des énergies relativistes (photons X et gamma, électrons) et donc des créateurs d'antimatière.

Taille maximale : 23.33 x 15.57 cm / 300 dpi

Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque



www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



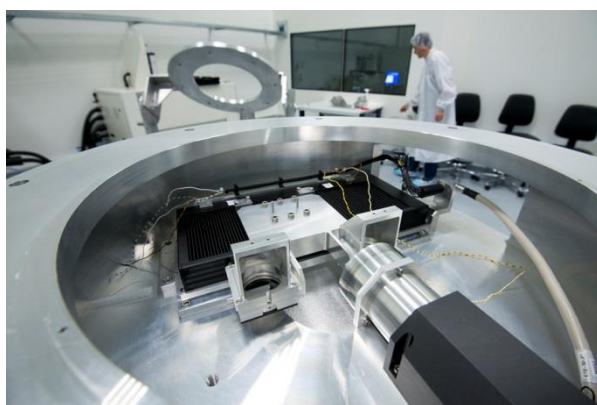
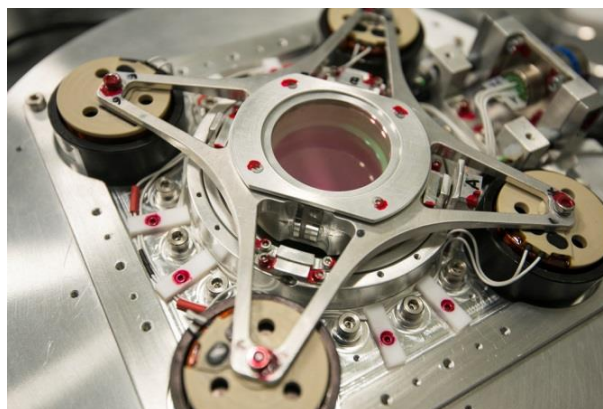
Université
de Toulouse

Référence : 20160022_0014

Légende : Système de stabilisation d'image de SPIRou (SpectroPolarimètre InfraRouge), en salle blanche. Il permet de corriger les mouvements dus à la turbulence atmosphérique et aux instabilités du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT), dans lequel SPIRou sera installé. Il est intégré dans la partie basse du module polarimétrique Cassegrain. SPIRou a été conçu pour détecter des exoplanètes jumelles de la Terre, habitables, dans les systèmes planétaires des étoiles naines rouges, voisines du Soleil. Il pourra aussi percer les mystères de la naissance des étoiles et des planètes, en observant pour la première fois des champs magnétiques des proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années. SPIRou est composé d'un spectropolarimètre combiné à un vélocimètre de haute précision optimisé pour la détection par la méthode des vitesses radiales.

Taille maximale : 23.33 x 15.57 cm / 300 dpi

Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque



Référence : 20160022_0004

Légende : Intégration de la partie haute du module polarimétrique Cassegrain de l'instrument SPIRou (SpectroPolarimètre InfraRouge). Elle inclue des outils de calibration et servira d'interface avec le télescope Canada-France-Hawaï (CFHT), dans lequel SPIRou sera installé. SPIRou a été conçu pour détecter des exoplanètes jumelles de la Terre, habitables, dans les systèmes planétaires des étoiles naines rouges, voisines du Soleil. Il pourra aussi percer les mystères de la naissance des étoiles et des planètes, en observant pour la première fois des champs magnétiques des proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années. SPIRou est composé d'un spectropolarimètre combiné à un vélocimètre de haute précision optimisé pour la détection par la méthode des vitesses radiales.

Taille maximale : 23.33 x 15.57 cm / 300 dpi

Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque



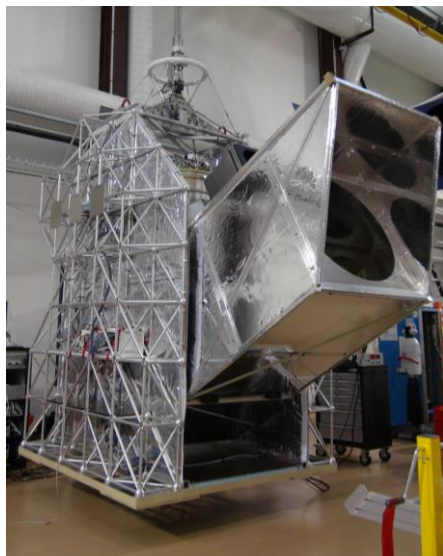
www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



Université
de Toulouse



Référence : 20160022_0003

Légende : Nacelle scientifique de l'expérience d'astrophysique PILOT, suspendue en salle blanche pour des essais de pointage. L'ensemble de la nacelle tourne en azimut autour d'un pivot situé au-dessus de la nacelle. L'instrument scientifique pivote autour d'un axe en élévation par rapport à la nacelle. L'objectif de PILOT est de mesurer l'émission polarisée des grains de poussières du milieu interstellaire (MIS). Pour cela, il est embarqué sous un ballon atmosphérique conçu par le CNES. Son premier vol a eu lieu le 21 septembre 2015, à 40 km d'altitude, pendant près de 24h, depuis l'ouest du Canada jusqu'au Québec.

Taille maximale : 22.25 x 39.56 cm / 300 dpi

Crédit : © Christophe MARTY/IRAP/CNRS Photothèque

Référence: 20160022_0039

Légende : Intégration finale du modèle de SuperCam qui servira pour des tests mécaniques et thermiques. SuperCam est une caméra laser capable d'analyser à distance la composition chimique mais aussi minéralogique des roches. En combinant ces deux fonctions, elle permettra de déterminer comment les atomes sont liés les uns aux autres. Il s'agit ici du modèle STM (Structural and thermal model). En 2021, cette caméra sera installée sur le prochain rover de la Nasa baptisé "Mars2020" pour étudier la diversité géologique de la surface de Mars et mettre en évidence s'il y a lieu, des "biosignatures", traces d'une vie passée à la surface de Mars.

Taille max : 20 x 13.34 cm / 300 dpi

Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque

