



www.cnrs.fr



DOSSIER DE PRESSE

SPIRou, un nouvel instrument dédié à la recherche d'exoplanètes

Visite de presse
Mardi 11 avril 2017 à 10h
IRAP, 9 avenue du Colonel Roche, Toulouse



@Sébastien Chastanet. IRAP/OMP

Contact

Presse CNRS | Catherine Dematteis | 05 61 33 60 98 | 06 25 08 29 97 | catherine.dematteis@dr14.cnrs.fr



www.cnrs.fr



INVITATION PRESSE | TOULOUSE | 4 avril 2017

Invitation pour le 11 avril 2017 - SPIRou, un nouvel instrument dédié à la recherche d'exoplanètes

Visite de presse

mardi 11 avril 2017 de 10h à 12h

à l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP/OMP)

9 avenue du Colonel Roche, 31400 Toulouse ([accès](#))

Nous vous proposons de découvrir SPIRou, cet instrument unique, avant son départ définitif de l'IRAP où il est actuellement assemblé, et de rencontrer l'équipe scientifique et technique qui conçoit et réalise cette expérience inédite.

SPIRou est un instrument innovant qui équipera le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH) d'ici fin 2017. Il permettra tout d'abord de détecter et de caractériser des exoplanètes similaires à la Terre, en orbite autour des naines rouges voisines du système solaire. L'instrument pourra également explorer la formation des étoiles et de leurs systèmes planétaires, et plus spécifiquement l'impact encore mal connu du champ magnétique sur cette genèse.

SPIRou est un spectropolarimètre-vélocimètre de haute précision, actuellement - et pour quelques mois encore seulement - en phase de validation technique et scientifique avant d'être expédié à Hawaï pour son installation sur le télescope TCFH. La première lumière astronomique est prévue pour fin 2017 / début 2018, avant le lancement du programme d'observation intensif pour lequel SPIRou a été conçu.

Programme

Accueil par François Lignières, directeur adjoint de l'IRAP

Présentation de l'expérience par Jean-François Donati, directeur de recherche au CNRS, responsable scientifique de SPIRou

Visite de l'instrument et de la salle blanche ; rencontre avec l'équipe scientifique et technique du projet.

Inscription obligatoire auprès du contact presse :

CNRS Midi-Pyrénées | Catherine Dematteis | T 05 61 33 60 98 – 06 25 08 29 97 |

catherine.dematteis@dr14.cnrs.fr



www.cnrs.fr



SOMMAIRE

- SPIRou : SpectroPolarimètre InfraRouge
- Le Télescope Canada France Hawaï
- Les étapes du projet
- SPIRou, le "jumeau" SPIP au Pic du Midi
- L'équipe SPIRou
- Les partenaires industriels et académiques
- Communiqués de presse récents
- Présentation de l'IRAP et de l'OMP
- Photos



www.cnrs.fr



SPIRou : SpectroPolarimètre InfraRouge

SPIRou est un instrument innovant qui équipera le télescope Canada-France-Hawaï (TCFH) dès l'automne 2017. Il 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. En mesurant la vitesse des naines rouges par rapport à la Terre, SPIRou pourra mesurer la masse des planètes en orbite autour de ces astres.

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, des exoplanètes proches via la méthode complémentaire des transits photométriques. Cette méthode permettra de déterminer le rayon des planètes observées et donc leur densité, pour celles dont on aura mesuré la masse avec SPIRou. Le nouveau télescope spatial James Webb prendra alors le relai pour tenter de caractériser l'atmosphère des exoplanètes détectées et rechercher des biomarqueurs suggérant la présence de vie.

La technique derrière l'instrument

Inspiré des spectropolarimètres optiques ESPaDOnS et NARVAL du TCFH et du Télescope Bernard Lyot (TBL) du Pic du Midi, ainsi que du vélocimètre 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.



www.cnrs.fr



Le télescope Canada-France-Hawaï (CFHT)

Le télescope Canada-France-Hawaï est équipé d'un miroir de 3,6 m de diamètre. Il est installé dans un bâtiment de 30 mètres de diamètre, d'une hauteur totale de 38 mètres avec une coupole de 32 mètres de diamètre. Situé au sommet du Mauna Kea (volcan de 4200m situé sur la grande île d'Hawaï), ce site bénéficie d'une atmosphère très peu turbulente, sèche et une couche d'inversion qui bloque les nuages en dessous du lieu d'observation. Le CFHT est une organisation appartenant conjointement au Conseil National de

Recherches Canada, au CNRS et à l'Université d'Hawaï. C'est un observatoire stratégique dans sa position géographique car il complète parfaitement l'Observatoire du Pic du Midi. Lorsque le soleil se lève sur le Mauna Kea la nuit tombe sur le Pic du Midi, permettant l'observation en continu des objets astrophysiques.



© François REYNAUD/CNRS Photothèque

Le télescope est actuellement équipé de l'instrument ESPaDOn, prédécesseur de SPIRou.

SPIP, le "jumeau" de SPIRou au Pic du Midi

SPIP, le "jumeau" de SPIRou équipera le Télescope Bernard Lyot (TBL) à compter de 2020 et viendra épauler SPIRou dans son exploration des nouveaux mondes. Il succédera à NARVAL, lui-même "jumeau" de l'instrument ESPaDOn. SPIP est entièrement financé par la région Occitanie – Pyrénées-Méditerranée à hauteur de 4 millions d'euros.



www.cnrs.fr



Les étapes du projet

- 2015-2016 : Conception, assemblage, intégration, tests et validation à l'IRAP
- Fin février 2017 : 1^{ère} lumière de l'instrument en laboratoire
- Fin de l'été 2017 : validation de l'instrument en laboratoire
- Automne 2017 : expédition à Hawaii et installation au CFHT
- Fin 2017 : 1^{ère} lumière sur le ciel via des observations techniques puis scientifiques
- 2018 : lancement du programme d'observation intensif pour lequel SPIRou a été conçu .



www.cnrs.fr



L'équipe SPIRou

- **Jean François Donati - responsable scientifique SPIRou**
Directeur de recherche CNRS, IRAP

Ancien élève de l'école Polytechnique, 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 qui équipent respectivement les télescopes Canada-France-Hawaii et Bernard Lyot au Pic du Midi, et travaille maintenant sur une nouvelle instrumentation : 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 et une bande dessinée



Jean François Donati, responsable scientifique - Copyright IRAP/OMP

Contact : jean-francois.donati@irap.omp.eu - Tél 05 61 33 29 17

- **Driss Kouach, chef de projet SPIRou,**
Ingénieur de recherche CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées

De manière générale, la mission de Driss Kouach est de construire et de mettre en opération l'instrument SPIRou au sommet du Mauna Kea à Hawaii.

Tel un architecte bâtissant une œuvre commune, il définit le rôle de chacun, manage les professionnels techniques et s'assure des approvisionnements, de la sécurité, du contrôle des coûts et du respect du calendrier.



Driss Kouach, chef de projet - Copyright IRAP/OMP



www.cnrs.fr



Entouré d'une équipe de 6 personnes, en collaboration avec le PI et le CoPi, il collecte, partage les informations, prend les décisions et s'assure de leur mise en œuvre tout en veillant à la performance prévisionnelle du système complexe qu'est SPIRou.

Mener à bien une telle mission requiert donc de multiples compétences. En premier lieu, techniques. Ingénieur mécanicien de formation, Driss Kouach dirige depuis 15 ans le Groupe d'Instrumentation Scientifique de l'Observatoire Midi-Pyrénées, spécialisé dans l'ingénierie intégrée (mécanique, thermique, optique, système).

Son parcours professionnel l'a amené à travailler sur de nombreux projets spatiaux majeurs : de la mission DISR/Cassini-Huygens à Chemcam/MSL en passant par OMEGA/Mars Express, VIRTIS/Venus Express et Rosetta. Ces expériences font de lui une référence technique en ingénierie et instrumentation spatiale et sol.

Driss Kouach est lauréat de la médaille de cristal du CNRS 2017.

Contact : driss.kouach@obs-mip.fr - Tél 05 61 33 28 73

- **Sébastien Baratchart, ingénieur système -
Ingénieur d'études CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées**

Interview

"Quelle est la mission d'un ingénieur système sur un projet tel que SPIRou ?"

"L'ingénieur système est le bras droit du chef de projet. Il traduit les besoins scientifiques exprimés par le chercheur en contraintes techniques compréhensibles par les ingénieur-e-s.



Sébastien Baratchart, ingénieur système - Copyright IRAP/OMP

Dans le cas de SPIRou, l'instrument se compose d'un ensemble d'éléments de différentes natures (mécanique, optique, électronique, informatique) dont il faut coordonner le fonctionnement. Je dois donc d'abord établir les spécifications techniques attendues pour l'ensemble de l'instrument, puis les attribuer à chaque sous-système qui le compose. Lors de la phase de réalisation, je dois suivre la fabrication en vérifiant que les performances attendues sont respectées, et si ce n'est pas le cas, il faut revoir la feuille de route, en gardant toujours pour objectif principal de satisfaire les besoins scientifiques.



www.cnrs.fr



Après la conception et la fabrication, c'est la phase dite « Assemblage, intégration, validation et tests ». Chaque sous-système est d'abord validé par la structure qui l'a réalisé. Ensuite, ici, dans nos locaux à Toulouse, nous mettons en commun tous ces éléments et vérifions qu'ils fonctionnent bien ensemble. A l'IRAP, nous disposons d'une pièce spéciale de test, une salle propre qui reproduit les conditions du site hawaïen, avec une chambre froide pour les contraintes climatiques et un simulateur de télescope.

Quand tout sera validé, nous démonterons l'ensemble, mettrons le matériel en caisses de transport spéciales pour une expédition au sommet du mont Mauna Kea. Là-bas, chaque équipe du consortium participera au remontage de son sous-système. Nous testerons à nouveau l'instrument et ses performances. Je dois veiller à ce que tout se déroule bien.

"Quelles sont les principales difficultés rencontrées ?"

Les décalages horaires ! Le projet réunit un large consortium international. Mes interlocuteurs, sont des français, mais aussi des canadiens de Vancouver, de Montréal, des hawaïens et des taiwanais. Trouver un créneau de réunion est donc un véritable casse-tête ! Mais on y arrive, en faisant une première réunion à 19h puis une deuxième à 6h le lendemain.

"Où s'arrête votre mission ?"

On pourrait penser qu'une fois l'instrument monté sur le télescope ma mission serait achevée mais il n'en est rien. Les premières observations scientifiques nous montreront ses performances et des ajustements seront certainement nécessaires *in situ*. Par la suite, même si je travaille sur d'autres projets, je serai toujours un interlocuteur privilégié pour la maintenance de SPIRou, de par mon expertise technique."

Contact : sebastien.baratchart@obs-mjp.fr - Tel : 05.61.33.30.53



www.cnrs.fr



- **Marielle Lacombe, responsable adjointe du projet, responsable assurance produit**
Ingénieure de recherche CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées.

Marielle Lacombe fait partie de l'équipe management du projet au côté de Driss Kouach, chef de projet dont elle est l'adjointe, et Sébastien Baratchart, ingénieur système. Elle est en outre responsable assurance produit c'est-à-dire responsable qualité du projet, son cœur de métier.



Marielle Lacombe, responsable adjointe, responsable assurance produit - Copyright IRAP/OMP

Quel est le rôle d'une adjointe projet ?

Une adjointe projet assure par délégation certaines tâches de management, sous validation du chef de projet. La gestion des plannings et des tâches inhérentes est donc l'une des missions de Marielle Lacombe et non des moindres car elle permet au projet de coordonner ses ressources en fonction du temps, coordination qui passe également par la maîtrise des risques techniques ou autres aléas. Le chef de projet s'appuie également sur Marielle Lacombe dans ses relations de suivi avec le consortium SPIRou pour maintenir le lien avec l'ensemble des partenaires financiers, techniques et scientifiques. Le point d'orgue de ce suivi étant l'organisation des revues de projet qui sont des réunions d'avancement, de validation d'étapes, stratégiques pour le projet.

A l'interface entre management et assurance qualité, elle assure également le suivi des sous-traitants ayant en charge les éléments-clé du projet. Elle vérifie que les moyens, les tests et dates d'exécution mis en œuvre soient conformes aux besoins émis.

La qualité SPIRou

SPIRou est le produit que Marielle Lacombe doit mener à sa livraison. Son rôle de responsable assurance produit est donc de veiller à gérer la bonne configuration de l'instrument, le respect des exigences techniques du CFHT et les performances attendues de l'outil de recherche, sa propreté dans toutes les phases de réalisation et la traçabilité de toutes les actions menées.

Ainsi, elle garantit la mémoire de l'instrument et des étapes de sa construction. Le plan de gestion de la documentation rédigé en amont formalise le suivi du projet dans toutes les phases de réalisations puis au quotidien elle en assure le suivi. La conformité des produits livrés et des données enregistrées est la pierre angulaire de son travail.



www.cnrs.fr



Au-delà de ses fonctions de management, Marielle Lacombe est investie dans le projet et n'hésite pas à assister les équipes techniques lorsque cela est nécessaire au quotidien.

Contact : marielle.lacombe@obs-mip.fr - Tel : 05 61 33 27 94

- **Zalpa Challita, ingénieure optique et intégration d'instruments**
Ingénieure de recherche CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées.

Ingénieure optique et intégration pour la partie spectrographe de l'instrument SPIRou, Zalpa Challita travaille sur les phases d'assemblage, d'intégration et de tests (AIT) du spectrographe. Chargée des alignements, elle veille à ce que chacune des différentes optiques qui constitue le spectrographe soit judicieusement assemblée puis positionnée sur le banc cryogénique dédié, dans le but de valider les performances attendues.

C'est d'abord à température ambiante que les tests seront réalisés. Il faudra ensuite enfermer le spectrographe complet dans un cryostat qui atteindra les 80 Kelvin (-193°C).



Zalpa Challita, ingénieure optique et intégration instruments
Copyright IRAP/OMP

« Avec les premiers spectres infrarouges en laboratoire que nous obtiendrons alors, nous pourrons de nouveau tester le spectrographe pour voir si le comportement des optiques au froid évolue comme prévu et si les performances attendues sont toujours là » explique Zalpa Challita. Par la suite, il faudra retrouver ces performances sur le télescope Canada-France-Hawaii.

Zalpa Challita est lauréate du prix "L'Oréal Unesco pour les femmes et la science" 2012.

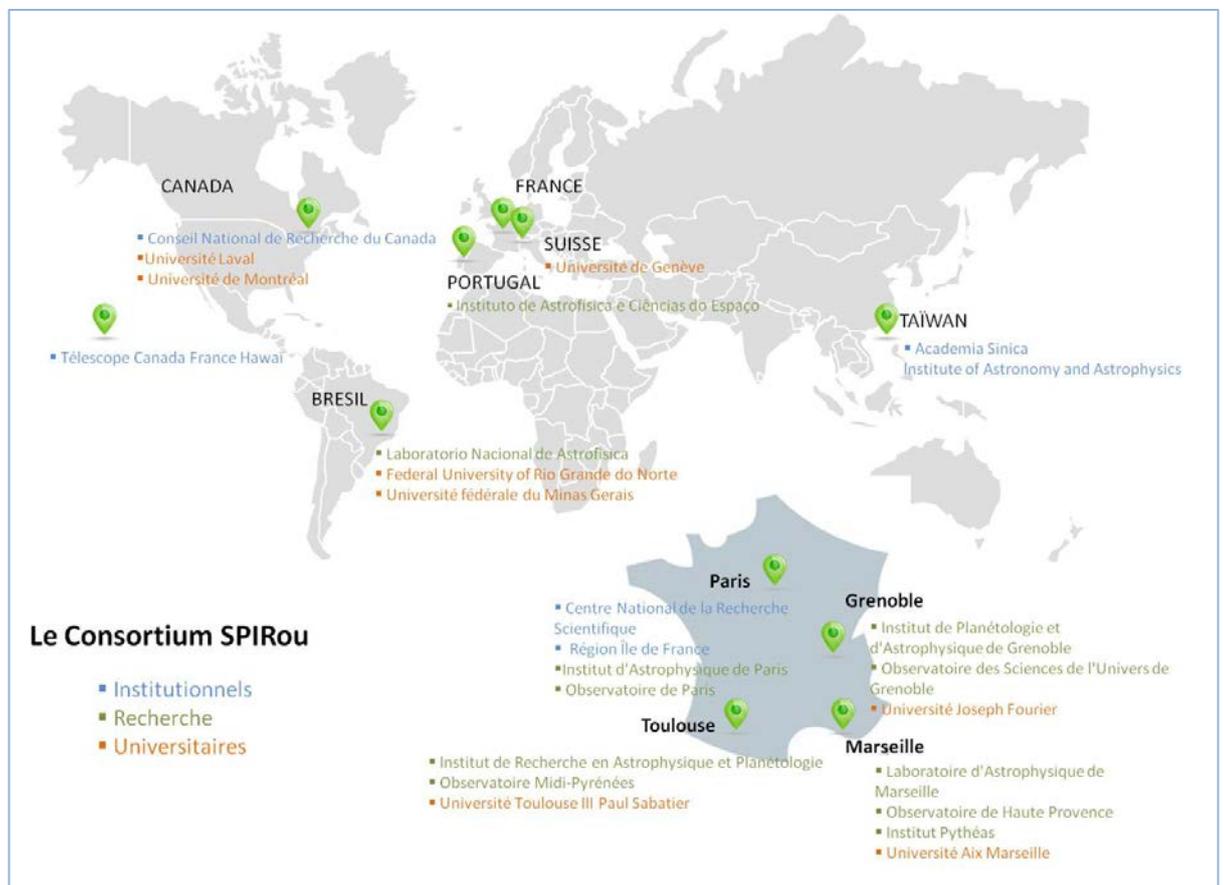
Contact : zalpa.challita@obs-mip.fr - Tel : 05 61 33 28 67



www.cnrs.fr



Les partenaires industriels et académiques



@OMP



www.cnrs.fr



Le Consortium SPIROU

▪ Institutionnels



▪ Recherche



▪ Universités





www.cnrs.fr





COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 09 SEPTEMBRE 2015

Planètes : les « Jupiters chauds » se seraient formés très rapidement

Vingt ans après leur découverte, les « Jupiters chauds », ces planètes géantes gazeuses tournant de façon très rapprochée autour de leur étoile, restent encore des objets énigmatiques. En utilisant le spectro-polarimètre ESPaDOnS du Télescope Canada-France- Hawaii, une équipe internationale d'astrophysiciens menée par Jean-François Donati (CNRS) vient de montrer que ces corps pourraient ne mettre que quelques millions d'années à se rapprocher de leur étoile tout juste formée. Cette découverte devrait nous aider à mieux comprendre comment les systèmes planétaires, similaires ou différents de notre système solaire, se forment et évoluent au cours de leur existence. Elle est publiée le 9 septembre 2015 dans *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS) et en accès libre sur le site ArXiv.

Dans le système solaire, les planètes rocheuses, comme la Terre et Mars, occupent les régions proches du Soleil, alors que les planètes géantes et gazeuses, comme Jupiter ou Saturne, sont plus éloignées. D'où la surprise de Michel Mayor et Didier Queloz lorsqu'ils découvrent, il y a exactement vingt ans, la toute première exoplanète : celle-ci est en effet une planète géante gazeuse similaire à Jupiter, mais tournant autour de son étoile vingt fois plus près que la Terre autour du Soleil.

Depuis, les astronomes ont montré que ces futurs « Jupiters chauds » se forment en périphérie du disque protoplanétaire, le nuage qui donne naissance à l'étoile centrale et aux planètes environnantes, avant de migrer à l'intérieur. C'est lorsqu'elles se rapprochent ensuite au plus près de leur étoile que ces planètes géantes gazeuses se réchauffent et deviennent des Jupiters chauds - au contraire de notre Jupiter, planète géante « froide », environ 5 fois plus éloignée du Soleil que la Terre. Mais quand ces Jupiters chauds se rapprochent-ils de leur étoile ? Les astronomes imaginaient jusqu'ici deux théories possibles : ce processus peut se produire dans une phase très précoce, alors que les jeunes planètes s'alimentent encore au sein du disque originel, ou bien plus tardivement, une fois que de nombreuses planètes ont été formées et interagissent en une chorégraphie si instable que certaines d'entre elles se retrouvent propulsées au voisinage immédiat de l'étoile centrale.

¹ L'IRAP appartient à l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP)



www.cnrs.fr



Une équipe internationale d'astrophysiciens, comprenant plusieurs chercheurs français et menée par Jean-François Donati, de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP, CNRS/Université Toulouse III-Paul Sabatier)¹, viendrait de montrer que le premier scénario était une réalité.

ESPaDOnS, le spectropolarimètre construit par les équipes de l'IRAP pour le télescope Canada-France- Hawaï (CFHT²), ils ont observé des étoiles en formation au sein d'une pouponnière stellaire située à environ 450 années-lumière de la Terre, dans la constellation du Taureau. L'une d'elles, V830 Tau, montre des signatures similaires à celles causées par une planète 1.4 fois plus massive que Jupiter, mais sur une orbite 15 fois plus proche de l'étoile que la Terre ne l'est du Soleil. Cette découverte suggère que les Jupiters chauds peuvent être extrêmement jeunes et potentiellement bien fréquents autour des étoiles en formation qu'au voisinage d'étoiles adultes comme le Soleil.

Les étoiles jeunes abritent des trésors d'information sur la formation des planètes. Leur activité et leur champ magnétique très intenses les couvrent de taches des centaines de fois plus grosses que celles du Soleil. Elles engendrent donc dans leur spectre des perturbations d'amplitude bien plus importantes que celles causées par des planètes qui deviennent du coup beaucoup plus difficiles à détecter, même dans le cas des Jupiters chauds. Pour aborder ce problème, l'équipe a entrepris le programme d'observation MaTYSSE³ dans le but de cartographier la surface de ces étoiles et de détecter d'éventuels Jupiters chauds.

En suivant ces étoiles au cours de leur rotation et par le biais de techniques tomographiques inspirées de l'imagerie médicale, il est possible de reconstruire la distribution des taches sombres et brillantes, ainsi que la topologie du champ magnétique, à la surface des étoiles jeunes. Cette modélisation rend également possible la correction des effets perturbateurs de l'activité et la détection d'éventuels Jupiters chauds. Dans le cas de V830 Tau, les auteurs sont parvenus à découvrir, grâce à cette nouvelle technique, un signal enfoui suggérant la présence d'une planète géante. Même si de nouvelles données sont nécessaires pour valider la détection, ce premier résultat prometteur démontre clairement que la méthode proposée peut nous fournir les clés de l'énigme de la formation des Jupiters chauds.

SPIRou, le nouvel instrument que les équipes de l'IRAP construisent en ce moment pour le TCFH et dont la première lumière est prévue pour 2017, permettra de repousser encore les limites de la méthode, grâce à sa capacité à observer dans l'infrarouge — domaine dans lequel les étoiles jeunes sont beaucoup plus brillantes. Grâce à lui, la formation des étoiles et des planètes pourra être explorée encore plus finement.

² Le CFHT (cfht.hawaii.edu) est une organisation appartenant conjointement :

- au [Conseil National de Recherches du Canada](#)
- au [Centre National de la Recherche Scientifique](#) (France)
- et à [l'Université d'Hawaï](#) (USA)

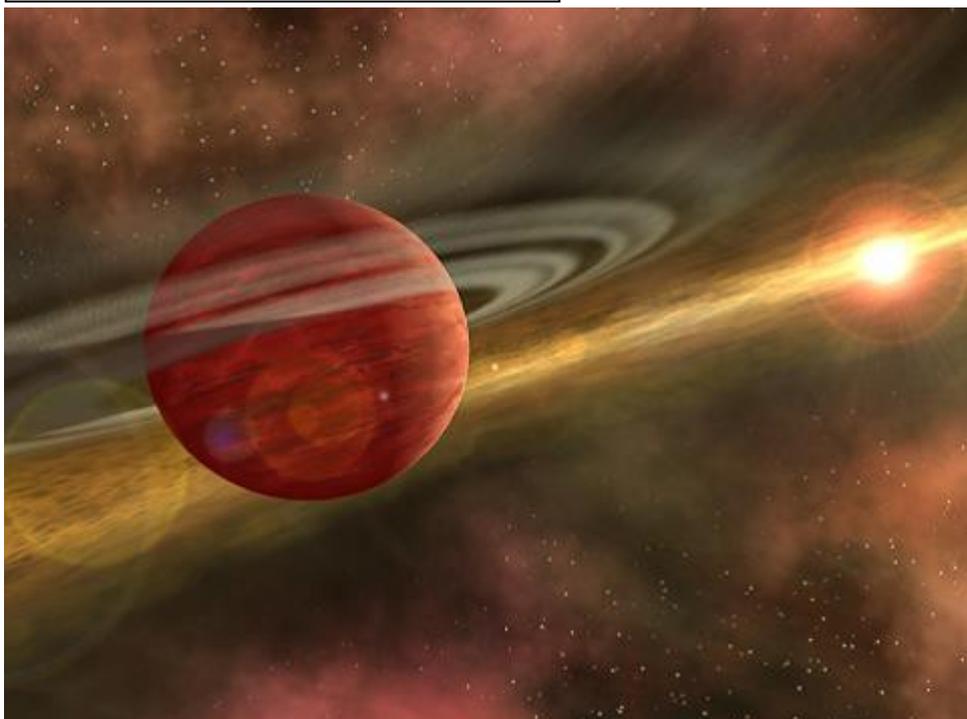
³ MaTYSSE, «Magnetic Topologies of Young Stars and the Survival of close-in giant Exoplanets»



www.cnrs.fr



Formation des étoiles et des planètes au sein de la pouponnière stellaire de la constellation du Taureau, telle que révélée par le télescope APEX au CHILI (© ESO/APEX)



Vue d'artiste d'une planète géante en formation dans le disque d'une étoile jeune (© NASA / JPL).



Animations des taches, planète et champ magnétique de l'étoile jeune V830 Tau, tels que reconstruits à partir des observations ESPaDOnS :

http://www.ast.obs-mip.fr/users/donati/v830tau_spot.gif

http://www.ast.obs-mip.fr/users/donati/v830tau_spot_planet.gif

http://www.ast.obs-mip.fr/users/donati/v830tau_field.gif

Bibliographie

Magnetic activity and hot Jupiters of young Suns: the weak-line T Tauri stars V819 Tau and V830 Tau

J.-F. Donati, E. Hebrard, G.A.J. Hussain, C. Moutou, L. Malo, K. Grankin, A.A. Vidotto, S.H.P. Alencar, S.G. Gregory, M.M. Jardine, G. Herczeg, J. Morin, R. Fares, F. Ménard, J. Bouvier, X. Delfosse, R. Doyon, M. Takami, P. Figueira, P. Petit, I. Boisse and the MaTYSSSE collaboration

<http://arxiv.org/abs/1509.02110> et *MNRAS/Oxford University Press*, 9 septembre 2015.

Contacts

Chercheur CNRS | Jean-François Donati | T 05 61 33 29 17 | jean-francois.donati@irap.omp.eu

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



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 17 JUIN 2016

Attention, sous embargo jusqu'au 20 juin 2016, 17h00 de Paris.

La jeune géante qui s'est fait une place au soleil

Depuis 20 ans, les exoplanètes qu'on nomme « Jupiters chauds » défient les astronomes. Ces planètes géantes orbitent 100 fois plus près de leur étoile que Jupiter autour du Soleil, et sont donc réchauffées par cette proximité. Mais comment et quand dans leur histoire migrent-elles si près de leur étoile ? Une équipe internationale d'astronomes vient d'annoncer la découverte d'un très jeune Jupiter chaud au voisinage immédiat d'un soleil d'à peine 2 millions d'années – l'équivalent stellaire d'un nourrisson d'une semaine. Cette toute première preuve que les Jupiters chauds apparaissent dès les origines constitue un progrès majeur dans notre compréhension de la formation et de l'évolution des systèmes planétaires. Les travaux, dirigés par des chercheurs de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP, CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier)¹, en collaboration, entre autres², avec des collègues de l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (CNRS/Université Grenoble Alpes)³, sont publiés le 20 juin 2016 dans la revue *Nature*.

C'est en scrutant une étoile d'à peine 2 millions d'années, baptisée V830 Tau, qu'une équipe internationale d'astronomes a découvert le plus jeune Jupiter chaud. Après un mois et demi d'observations au cœur de la pouponnière stellaire du Taureau, à 430 années-lumière de la Terre, l'équipe a détecté une variation régulière de la vitesse de l'étoile, révélant la présence d'une planète presque aussi massive que Jupiter, sur une orbite 20 fois plus resserrée que celle de la Terre autour du Soleil. Cette découverte prouve pour la première fois que les Jupiters chauds apparaissent très tôt lors de la phase de formation des systèmes planétaires, et ont donc un impact majeur sur l'architecture de ces derniers.

Dans le système solaire, les petites planètes rocheuses comme la Terre orbitent près du Soleil alors que les géantes gazeuses comme Jupiter et Saturne patrouillent bien plus loin. D'où l'étonnement de la communauté quand les premières exoplanètes détectées se sont révélées des géantes côtoyant leur étoile. Les travaux théoriques nous apprennent que ces planètes ne peuvent se former que dans les confins glacés du disque protoplanétaire donnant naissance à l'étoile centrale et à son cortège de planètes. Certaines d'entre elles migrent vers l'étoile sans y tomber, devenant dès lors des Jupiters chauds.

¹ Ce laboratoire fait partie de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP).

² Les autres organismes ayant contribué à ces travaux sont : CFHT corporation, l'Université de York (Toronto, Canada), l'ESO, l'Université fédérale du Minas Gerais (Brésil), l'Academia sinica (Taiwan), l'Université de Montréal (Canada) et l'Université de St Andrews (Royaume-Uni).

³ Ce laboratoire fait partie de l'Observatoire des sciences de l'Univers de Grenoble.

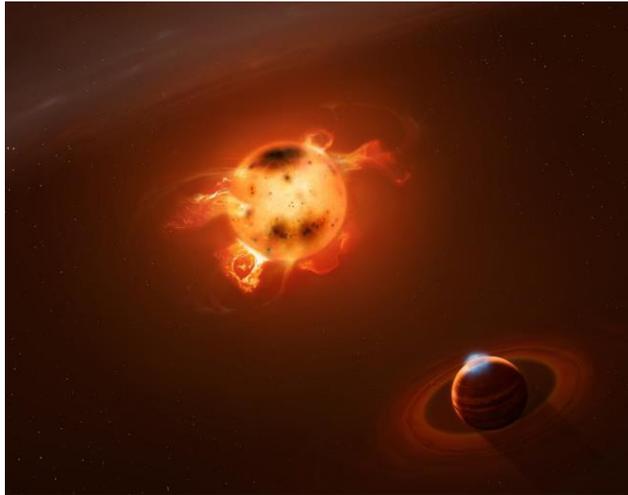


Les modèles théoriques prédisent une migration soit dans l'enfance des géantes gazeuses, alors qu'elles se nourrissent encore au sein du disque primordial, soit bien plus tard, lorsque les nombreuses planètes formées interagissent et propulsent certaines d'entre elles au voisinage immédiat de l'étoile. Parmi les Jupiters chauds connus, certains possèdent justement une orbite inclinée, voire inversée, suggérant qu'ils ont été précipités vers l'étoile par d'ombrageuses voisines. Cette découverte d'un Jupiter chaud très jeune confirme donc que la migration précoce au sein du disque est bien, elle aussi, opérationnelle dans le cas des planètes géantes.

Détecter des planètes autour d'étoiles très jeunes s'avère un vrai défi observationnel, car ces étoiles se révèlent être des monstres en comparaison de notre Soleil : leur intense activité magnétique perturbe en effet la lumière émise par l'étoile d'une façon bien plus marquée que ne peut le faire une éventuelle planète géante, même en orbite rapprochée. L'une des prouesses de l'équipe a été de séparer le signal dû à l'activité de l'étoile de celui engendré par la planète.

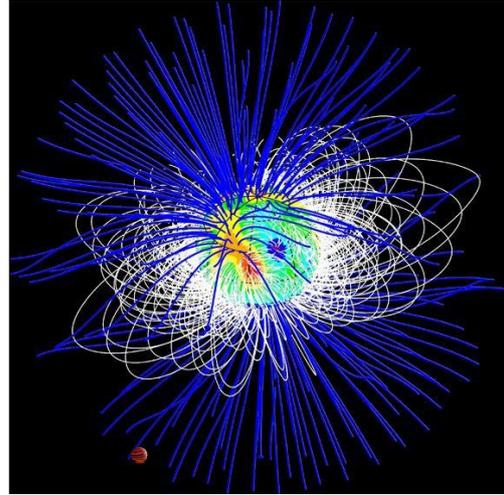
Pour cette découverte, l'équipe a utilisé les spectropolarimètres⁴ jumeaux ESPaDOnS et Narval, conçus et construits à l'IRAP. ESPaDOnS est installé au télescope Canada-France-Hawaï (TCFH), au sommet du Maunakea, un volcan endormi de la grande île de l'archipel d'Hawaï. Narval est monté quant à lui au télescope Bernard Lyot (TBL - OMP) au sommet du Pic du Midi. L'utilisation combinée de ces deux télescopes et du télescope Gemini d'Hawaï s'est avérée essentielle pour obtenir la continuité requise dans le suivi de V830 Tau. Avec SPIRou et SPIP, les spectropolarimètres infrarouge de nouvelle génération construits à l'IRAP pour le TCFH et le TBL, et dont la mise en service est prévue en 2017 et 2019, les performances seront largement améliorées, ce qui nous permettra d'étudier avec une sensibilité encore accrue la formation des nouveaux mondes.

⁴ En astronomie, un spectropolarimètre sert à mesurer le champ magnétique des étoiles.



Vue d'artiste d'une jeune planète géante à proximité immédiate d'une étoile en formation.

© Mark Garlick / markgarlick.com



Le plus jeune Jupiter chaud connu aujourd'hui, détecté autour de l'étoile en formation V830 Tau, évolue dans la toile magnétique de l'étoile (lignes blanches et bleue), ce qui complique la découverte de telles planètes.

© Jean-François Donati

Des animations sont disponibles (crédit : Jean-François Donati) :

- [l'étoile en formation V830 Tau et son champ magnétique](#) ;
- [les distorsions du spectre lumineux](#) induites par l'activité de l'étoile (flèche bleue) et par sa planète (flèche verte). La flèche rouge montre les deux effets combinés. L'effet est amplifié d'un facteur 20.

Bibliographie

A hot Jupiter orbiting a 2-million-year-old solar-mass T Tauri star, JF Donati, C Moutou, L Malo, C Baruteau, L Yu, E Hébrard, G Hussain, S Alencar, F Ménard, J Bouvier, P Petit, M Takami, R Doyon, A Collier Cameron. *Nature*, 20 juin 2016. <https://dx.doi.org/10.1038/nature18305>

Contacts

Chercheur CNRS | Jean-François Donati | T +33 (0)5 61 33 29 17 | jean-francois.donati@irap.omp.eu
Presse CNRS | Véronique Etienne | T +33 (0)1 44 96 51 37 | veronique.etienne@cnrs-dir.fr



www.cnrs.fr



L'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie

L'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP) du CNRS, du CNES et de l'université Toulouse III Paul Sabatier est un des plus grands laboratoires français en astrophysique et planétologie.

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
- Planètes, environnement et plasmas spatiaux
- Dynamique des intérieurs planétaires
- Milieu interstellaire, cycle de la matière, astrochimie
- Physique du soleil, des étoiles et des exoplanètes
- Signal-images en sciences de l'univers

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 grâce à deux plateformes : le service d'instrumentation spatiale (SISpace) et le 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 Hawaiï Telescope, 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).



www.cnrs.fr



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, comme Airbus Space Defense ou Astrium, pour ses réalisations instrumentales en partenariat ou en contrat de sous-traitance.

Contact communication :
Dolores Granat, dolores.granat@irap.omp.eu

<http://www.irap.omp.eu/>
@IRAP_France



www.cnrs.fr



L'Observatoire Midi-Pyrénées

L'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) est un Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) et une composante (école interne) de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier (UT3). Il fédère les laboratoires des sciences de l'univers, de la planète et de l'environnement de l'UT3 autour des missions de recherche, d'observation, d'enseignement, de diffusion de la culture scientifique et de coopération internationale communes aux OSU. Il constitue le noyau du Pôle « Univers, Planète, Espace, Environnement » de l'université.

Placé sous la tutelle de l'UT3, du CNRS (INSU), du CNES, de l'IRD et de Météo-France, l'OMP regroupe sept laboratoires : six unités de recherche (CESBIO, ECOLAB, GET, IRAP, LA, LEGOS) et l'unité de services communs de l'OMP.

L'OMP couvre un vaste champ scientifique allant de l'étude du big-bang et de l'univers lointain jusqu'à celle du fonctionnement actuel des différentes enveloppes de notre planète et de leurs interactions, en passant par l'étude des planètes du système solaire et de la Terre interne. Il est responsable ou partie prenante de plus de 50 services d'observation, codes communautaires, et centres et services de traitement et d'archivage de données labellisés nationalement et pour la plupart insérés dans des réseaux et consortia européens ou internationaux. Il contribue aux recherches sur des questions sociétales cruciales comme les impacts de l'action de l'homme sur notre planète (climat, pollutions et santé, ressources en eau, biodiversité), risques naturels, stockage de CO₂, ...) et développe une stratégie originale de coopération avec des laboratoires en sciences humaines et sociales et en santé.

L'organisation en Unités Mixtes de Recherche (UMR), structures classiques des laboratoires au sein du CNRS, est complétée à l'INSU par une organisation territoriale originale portée par les Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU). La mission première de ces Observatoires est d'organiser les moyens nécessaires à l'acquisition d'observations des systèmes astronomiques ou des composantes du système Terre.

Une particularité des OSU est d'être à la fois des structures internes aux établissements universitaires et des structures mixtes (généralement Unités Mixtes de Service, UMS) créées par le CNRS en partenariat avec le ou les établissements du site et les organismes de recherche.



www.cnrs.fr



Ces études sont menées par des approches couplant observations spatiales, aéroportées et *in situ*, développement instrumental, expérimentation, analyses de laboratoire, simulation numérique et approches théoriques. Le développement instrumental en astrophysique et en planétologie et l'utilisation des techniques spatiales pour l'observation de l'univers et de la Terre sont deux axes forts de l'OMP.

Principalement implanté à Toulouse l'OMP est présent en région Midi-Pyrénées (Pic du Midi de Bigorre, Tarbes, Lannemezan et Auch) et dans de nombreux pays du monde. La tutelle IRD favorise un partenariat fort avec les pays d'Amérique du Sud, d'Afrique et d'Asie.

Contact communication :

Sylvie Etcheverry, <mailto:sylvie.etcheverry@obs-mip.fr>

<http://www.obs-mip.fr/>

@ObsMip

PHOTOS

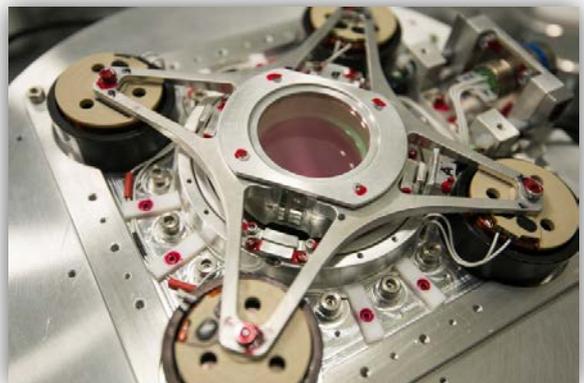
Visuels disponibles sur la photothèque du CNRS : <http://phototheque.cnrs.fr/>

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 : 20170013_0003

Mise en place en salle blanche de différents outils conçus spécialement pour les étapes d'alignement du spectrographe de l'instrument SPIRou (Spectro-Polarimètre InfraRouge). SPIRou est composé d'un spectropolarimètre dans l'infrarouge proche combiné à un vélocimètre de haute précision. Installé au foyer Cassegrain du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT) fin 2017, 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 les champs magnétiques de proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années.

Taille maximale : 60.27 x 40.22 cm / 300 dpi

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



www.cnrs.fr



Référence : 20170013_0020

Légende : Nettoyage de la roue à masques de Hartmann après son installation. Elle servira durant les tests du spectrographe de l'instrument SPIRou (Spectro-Polarimètre InfraRouge) à température cryogénique (80 Kelvin soit près de - 200°C). SPIRou est composé d'un spectropolarimètre dans l'infrarouge proche combiné à un vélocimètre de haute précision. Installé au foyer Cassegrain du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT) fin 2017, 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 les champs magnétiques de proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années.

Taille maximale : 17.5 x 11.68 cm / 300 dpi

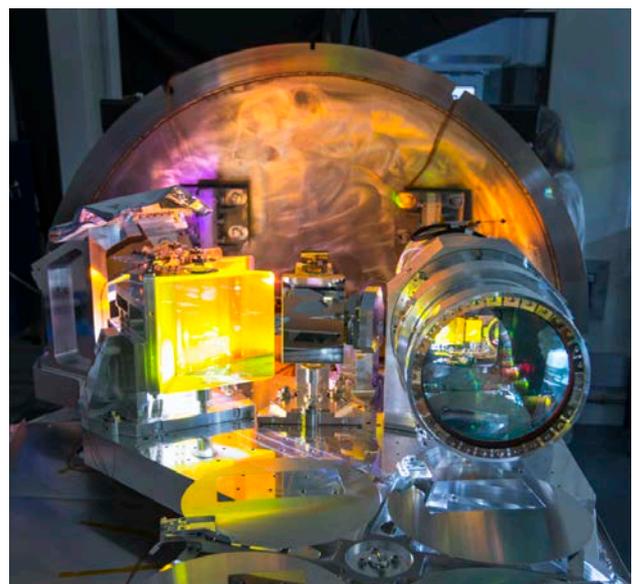
Crédit : © Sébastien CHASTANET/OMP/IRAP/CNRS Photothèque

Référence N° : 20170013_0034

Légende : Différentes optiques du spectrographe de l'instrument SPIRou (SpectroPolarimètre InfraRouge) installées sur un banc cryogénique, en salle blanche. Sur la gauche est situé le système dispersif composé de trois prismes et d'un réseau échelle ; l'objectif imposant est positionné sur la droite ; au centre, le miroir de renvoi et le slicer de pupille. SPIRou est composé d'un spectropolarimètre dans l'infrarouge proche combiné à un vélocimètre de haute précision. Installé au foyer Cassegrain du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT) fin 2017, 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 les champs magnétiques de proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années.

Taille maximale : 38.29 x 36.08 cm / 300 dpi

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





Référence N° : 20170013_0027

Légende : Démontage des outils de tests servant aux alignements du spectrographe de l'instrument SPIRou (SpectroPolarimètre InfraRouge), avant fermeture du cryostat. SPIRou (SpectroPolarimètre InfraRouge) est composé d'un spectropolarimètre dans l'infrarouge proche combiné à un vélocimètre de haute précision. Installé au foyer Cassegrain du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT) fin 2017, 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 les champs magnétiques de proto-étoiles âgées d'à peine quelques centaines de milliers d'années.

Taille maximale : 17.5 x 11.68 cm / 300 dpi

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



Référence N° : 20160022_0006

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