



Paris, le 02 avril 2012
CP010-2012

Communiqué de presse

Le télescope Herschel traque l'eau dans notre univers proche

Après plus de trente mois de fonctionnement du satellite européen Herschel, le colloque « *From atoms to pebbles : Herschel's view of Star and Planet formation* », organisé conjointement par le CNES et l'IPAG (CNRS/Université Grenoble 1) du 20 au 23 mars à Grenoble, est revenu sur les apports de la mission dans notre connaissance des mécanismes de formation des systèmes planétaires. Une découverte majeure est l'omniprésence de l'eau dans les zones de formation d'étoiles et des planètes, autant d'éléments pointant vers une provenance spatiale de l'eau sur notre Terre.

Lancé le 14 mai 2009 par Ariane 5, le satellite Herschel de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) est le plus grand télescope spatial dédié à l'astronomie dans le domaine spectral de l'infrarouge et du submillimétrique.

Après plus de trente mois de fonctionnement dans l'espace, à plus de 1,5 million de kilomètres de la Terre, le CNES, l'agence spatiale française, et l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble (IPAG, CNRS/Université Grenoble 1) ont organisé du 20 au 23 mars un colloque qui a réuni plus de 200 chercheurs du monde entier, experts en formation des étoiles et des systèmes planétaires.

Parmi l'ensemble des communications de recherche de ce colloque une observation fut à l'honneur : celle de l'eau.

En effet, jamais avant le satellite Herschel, il n'avait été possible d'observer l'eau dans l'Univers avec autant de détails, en particulier sous forme gazeuse.

Quatre programmes internationaux de recherche (WISH, CHESS, HSSO et GASPS¹), avec très fort engagement de laboratoires français² ont pu tracer et mesurer l'abondance de l'eau et son évolution, de la naissance des étoiles à celle des planètes.

Pour la première fois, l'eau a ainsi été détectée dans les coeurs préstellaires, mais aussi en grande quantité dans des disques protoplanétaires, et jusque dans les jeunes systèmes planétaires extrasolaires, sous la forme de gigantesques réservoirs de comètes glacées. De plus, ces observations ont permis de mieux comprendre la formation de l'eau autour des étoiles jeunes, et de préciser les mécanismes de formation des étoiles analogues à notre soleil ou beaucoup plus massives que ce dernier. Outre l'action de l'eau comme un refroidisseur naturel, l'eau constitue une formidable sonde des mouvements de gaz autour des étoiles en formation.

Par ailleurs, une nouvelle mesure de l'abondance de l'eau, et de sa variante l'eau lourde, a relancé l'hypothèse de l'apport de l'eau sur terre par voie cométaire.

Ces observations ont été effectuées avec les trois instruments embarqués à bord : HIFI, un spectromètre à haute résolution dédié à l'étude de la chimie de l'Univers, PACS et SPIRE des spectro-imageurs destinés à cartographier l'émission infrarouge des grains de poussière.

L'eau est ainsi présente dans tout le cosmos, sous forme de glace ou de gaz. Et c'est même la troisième espèce la plus abondante de l'Univers. Ces observations permettent ainsi de répondre aux questions qui agitent autant les astrophysiciens que le grand public : y a-t-il de l'eau dans le cosmos? Y a-t-il de l'eau dans le système solaire ailleurs que sur Terre? D'où vient l'eau présente sur Terre? Pouvait-elle déjà être présente lors de la formation de notre planète?

Outre la compréhension des mécanismes de formation de l'eau autour des étoiles jeunes, les observations réalisées par Herschel dressent un vaste panorama de l'ensemble des régions de formation stellaire et planétaire tant du point de vue de la visualisation de ces espaces que de la compréhension des mécanismes physiques qui les régissent : des filaments structurant les nuages moléculaires aux interactions des grains de poussière avec les planètes, jusqu'à la formation des étoiles de type solaire ou beaucoup plus massives. C'est donc tout un pan astrophysique qui va pouvoir être nourri pendant de nombreuses années en exploitant les données acquises par Herschel, jusqu'à la fin des opérations, début 2013.

Le CNES a participé au financement des instruments et assure le suivi et le financement des participations françaises engagées par le CEA, le CNRS, et de nombreuses universités et laboratoires français.

De nombreuses informations complémentaires sont disponibles sur :

www.herschel.fr

1: WISH : Water In Star-forming regions with Herschel_CHESS : Chemical Herschel Surveys of Star-forming regions, HSSO : Herschel Solar System Observations, GASPS: GAS in Protoplanetary Systems

2 : En particulier le Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (CNRS/Université Bordeaux 1), l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie de Toulouse (CNRS/Université Toulouse 3), l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (CNRS/Université de Grenoble 1), le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique de Paris (CNRS/Observatoire de Paris/UPMC/Université Paris 7) LAB : Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux – IPAG : Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble - IRAP : Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie de Toulouse, LESIA: Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique de Paris

CONTACT PRESSE:

Julien Watelet – **CNES** – Tel. 01 44 76 78 37

julien.watelet@cnes.fr

Etude de l'eau dans une région de formation stellaire: origine des océans terrestres.

L'eau lourde, ou oxyde de deutérium (D₂O), est chimiquement similaire à l'eau (H₂O). Grâce à des observations réalisées avec le satellite Herschel, il a été possible de détecter cette forme particulière d'eau, en même temps qu'un grand nombre de transitions d'eau semi-lourde (HDO), dans le nuage moléculaire Rho Ophiuchus de notre Galaxie où une étoile ressemblant à notre Soleil est en cours de fabrication. Ces éléments, combinés aux observations de l'eau sont d'excellents outils de diagnostic physico-chimique et apportent des informations sur les mécanismes de la formation stellaire à travers leur production dans un réseau chimique complexe à l'origine de la Vie telle qu'elle est connue sur la Terre.

Contacts : Charlotte.Vastel – IRAP Toulouse - Charlotte.Vastel@irap.omp.eu, Tel : 05 61 55 75 44

Audrey Coutens – IRAP Toulouse - Audrey.Coutens@irap.omp.eu; Tel : 05 61 55 66 95

Le voile se lève sur la formation des étoiles massives

Les étoiles massives (plus de 8 fois la masse de notre Soleil), bien que représentant seulement quelques pourcents de la population stellaire dans l'Univers, jouent un rôle fondamental dans le cycle de la matière qui nous entoure, notamment en fabricant en leur sein les éléments lourds. Le processus de formation de ces objets reste néanmoins mal connu. L'eau joue probablement un rôle important dans ce processus en refroidissant le gaz.

Grâce au télescope Herschel, il a pu être observé au travers d'un large échantillon d'objets l'émission venant de l'eau en phase gazeuse présente autour de ces embryons d'étoiles très massives. Par une modélisation détaillée de ces émissions, il a pu être déterminé l'abondance de l'eau (jusqu'à 0,11 masse solaire au moins autour de la proto-étoile W43-MM1) et la relier à la présence de chocs au sein de l'enveloppe de ces objets. Ces observations à très haute résolution spectrale ont aussi révélé des mouvements de gaz turbulents supersoniques dont la vitesse turbulente augmente quand on s'éloigne de l'objet central, en accord avec une des théories de formation d'étoile massive.

Contact : Fabrice Herpin – LAB - Fabrice.Herpin@obs.u-bordeaux1.fr – Tél : 05 57 77 61 57.

L'eau et les étoiles en formation

Dans l'enveloppe de gaz chaud entourant une étoile en formation, les molécules d'eau signalent leur présence par un rayonnement infrarouge caractéristique que parvient à détecter le satellite Herschel. Ce rayonnement provient du refroidissement des molécules d'eau excitées par l'absorption de la lumière (les photons) provenant de la proto-étoile et par les collisions avec les molécules de di-hydrogène (H₂) qui composent l'essentiel du gaz. Pour modéliser ce rayonnement et déterminer l'abondance de l'eau, les astronomes ont besoin de connaître avec précision les coefficients

d'absorption et les coefficients de collision de l'eau. Si des mesures spectroscopiques en laboratoire permettent de mesurer avec précision les coefficients d'absorption, seule la théorie est capable de fournir les coefficients de collision sur une large gamme de température. Des calculs quantiques ont permis récemment de fournir ces coefficients de collision avec une précision inégalée. Ce travail, qui consiste à résoudre l'équation de Schrödinger du système H₂O-H₂ (composés de 5 noyaux et 12 électrons) a nécessité des centaines de milliers d'heures de calculs sur les supercalculateurs nationaux. Grâce à ces résultats et à la sensibilité des observations de Herschel, les astronomes vont pour la première fois pouvoir mesurer avec grande précision l'abondance et la répartition de l'eau dans les proto-étoiles.

Contact : Alexandre Faure – IPAG - alexandre.faure@obs.ujf-grenoble.fr – Tél : 04 76 63 55 16

Détection de l'eau dans les systèmes planétaires en formation

Dans le cadre du programme temps ouvert GASPS, il a été observé un large échantillon d'étoiles en formation dans le nuage moléculaire géant de la constellation du Taureau, plus de 90 étoiles. Ce nuage moléculaire représente la région de formation d'étoiles la mieux étudiée et sa population de jeunes étoiles est la mieux connue. Ces étoiles sont autant de jeunes "Soleils" en formation. Elles sont entourées par des disques de gaz et de poussière qui sont sans doute autant de futurs systèmes planétaires. Plusieurs de ces disques sont observés en détail, résolus directement par imagerie, mais à ce jour aucune trace d'eau.

Grâce à l'instrument PACS, il a été démontré qu'au moins 25% de ces futurs systèmes planétaires contiennent de l'eau (H₂O) sous forme gazeuse. Ce résultat important renforce encore un peu plus l'analogie avec notre propre système solaire. L'analyse des données en cours donnera des indications pour mieux comprendre non seulement la formation des étoiles et l'évolution de leur disque, mais contribuera aussi à mieux comprendre l'origine de l'eau sur Terre et de la glace d'eau en général dans le Système Solaire.

Contacts : François Menard – IPAG Grenoble - menard@obs.ujf-grenoble.fr, tel 04 76 51 42 07
Wing-Fai Thi – IPAG Grenoble - thiw@obs.ujf-grenoble.fr 04.76.63.55.09

Une ceinture de Kuiper glacée au sein d'un jeune système stellaire

Grâce à des observations réalisées à l'aide des télescopes spatiaux Herschel et Hubble, l'anneau de poussières qui entoure la jeune étoile HD 181327 a pu être étudié en détails. Avec ses 12 millions d'années, ce système est déjà trop âgé pour voir naître des planètes géantes. Son anneau semble pourtant sculpté par une telle planète, encore non-détectée, à l'instar de la ceinture de Kuiper du système solaire. Il a été mis en évidence que les grains de poussière, en orbite à 90 unités astronomiques (UA) de leur étoile, sont composés à près de 70% de glace d'eau. Ils seraient le sous-produit de collisions survenant au sein d'un énorme réservoir de planétésimaux glacés, capable de déterminer l'évolution future de planètes telluriques encore en formation.

Contacts : Jean-Charles Augereau – IPAG - augereau@obs.ujf-grenoble.fr – tél : 04 76 51 47 86
Jérémy Lebreton – IPAG - jeremy.lebreton@obs.ujf-grenoble.fr – tél : 04 76 51 42 15