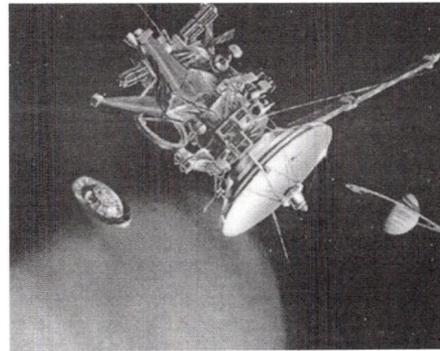

L'astronomie dans le monde

Nouveau scénario de mission pour Cassini-Huygens

Selon Communiqué de Presse ESA

La mission Cassini-Huygens est menée conjointement par la NASA et l'ESA, avec la participation de l'Agence spatiale italienne (ASI). Le lancement a eu lieu le 15 octobre 1997 et la planète Saturne sera atteinte en 2004. Le vaisseau spatial se compose de l'orbiteur de la NASA, Cassini, et de la sonde de l'ESA, Huygens. Tandis que Cassini continuera son exploration de Saturne et de ses anneaux, la sonde Huygens effectuera une descente en parachute à travers l'atmosphère de Titan.

Voilé par une brume orange qui masque sa surface, Titan est l'un des objets les plus mystérieux de notre système solaire. Par sa taille, il en est le deuxième plus gros satellite naturel (après Ganymède qui tourne autour de Jupiter) et il est le seul dont l'atmosphère est dense. Celle-ci suscite la curiosité des chercheurs car on pense qu'elle ressemble à celle qui entourait la Terre au début de son existence.



Séparation de Huygens et Cassini (vue d'artiste) (© ESA)

Un problème de communication radio de la sonde Huygens a contraint les techniciens à définir un nouveau scénario de mission afin de récupérer la totalité des résultats scientifiques de la mission Cassini-Huygens.

Après six mois d'investigations et d'analyse conduites par un groupe de travail conjoint ESA/NASA chargé du reprofilage de la mission Huygens (HRTF), la haute direction des deux agences spatiales et les membres de la communauté scientifique responsables de Cassini-Huygens ont décidé d'apporter plusieurs modifications à la mission. Celles-ci permettront d'obtenir un retour des données scientifiques d'Huygens proche de 100 %, sans qu'il y ait d'incidences sur la mission nominale principale de Cassini après la troisième rencontre avec Titan.

Ces modifications ont été apportées en raison d'un défaut de conception dans le système de télécommunications d'Huygens. En effet, ce problème empêchait le récepteur d'Huygens de compenser le décalage de fréquence résultant de l'effet Doppler entre le signal émis par la sonde et celui reçu par l'orbiteur. Cela aurait entraîné la perte de la plus grande partie des données uniques envoyées par la sonde au cours de sa descente à travers l'atmosphère dense de Titan.

Pour faire en sorte que cette sonde pionnière puisse envoyer le plus grand volume de données possible, le HRTF a proposé d'adopter un nouveau calendrier pour les premières orbites de Cassini autour de Saturne. Le scénario arrêté d'un commun accord prévoit de raccourcir les deux premières orbites de Cassini autour de la planète aux anneaux et d'en rajouter une troisième qui assure la nouvelle géométrie requise pour la mission d'Huygens en direction de Titan.

Selon ce nouveau scénario, l'arrivée dans la banlieue de Saturne reste fixée au 1er juillet 2004, mais le premier survol de Titan par Cassini aura désormais lieu le 26 octobre, suivi par un autre le 13 décembre. La sonde Huygens

amorcera son périple vers Titan le 25 décembre et entrera dans l'atmosphère de ce satellite 22 jours plus tard, le 14 janvier 2005, soit sept semaines après ce qui était initialement prévu.

Afin de réduire le décalage Doppler du signal d'Huygens, l'orbiteur Cassini survolera les sommets des nuages de Titan à une altitude nettement supérieure à celle qui était initialement prévue, en l'occurrence à 65 000 km au lieu de 1 200 km. Cette orbite plus élevée offre en outre l'avantage que Cassini pourra préserver sa mission de référence de quatre années dans le système de Saturne en retrouvant son plan orbital initial à la mi-février 2005.

« Toute mission spatiale complexe peut donner lieu à des problèmes », déclare John Credland, Chef du Département des projets scientifiques de l'ESA. « La manière dont une organisation résout de tels problèmes permet de juger de son efficacité ».

Ce nouveau scénario de mission aura certaines incidences sur les ergols de réserve de Cassini et en consommera environ un quart d'ici la fin des quatre années de la mission. Plusieurs modifications doivent également être apportées au système de télécommunications d'Huygens pour que celui-ci ait une efficacité maximale. Cela inclut le préchauffage de la sonde pour améliorer le réglage du signal transmis, la commande en continu par l'orbiteur pour que le récepteur fonctionne en mode non-Doppler, ainsi que des modifications du logiciel de bord de la sonde.

« Je suis très heureux qu'une bonne solution technique ait été trouvée », précise Kai Clausen, responsable du projet Integral de l'ESA et vice-président du HRTF. « Mais beaucoup de travail doit encore être fait. Nous devons désormais réaliser la conception détaillée, la mise en oeuvre, la validation et les essais au cours des prochaines années ».

« Il existe encore des incertitudes, comme le choix exact du site d'atterrissage, mais il s'agit là de problèmes mineurs », explique Jean-Pierre Lebreton, responsable scientifique du projet Huygens pour l'ESA. « L'important est que nous ayons trouvé la solution. Maintenant nous allons l'affiner plus avant ».

A l'écoute d'alpha du Centaure

L'astrosismologie est l'étude des ondes acoustiques se propageant dans les étoiles. Appliquée au Soleil elle devient héliosismologie, une technique qui a permis de faire des progrès considérables dans la connaissance de la structure interne de l'astre du jour.

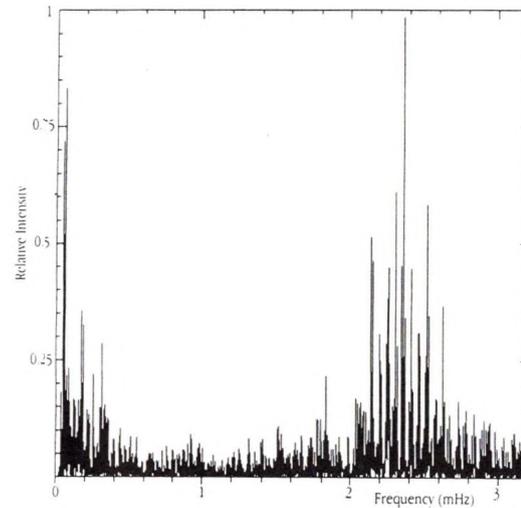
Bien sûr, on ne détecte pas directement les ondes à l'intérieur des astres, mais uniquement les oscillations qu'elles produisent à leur surface. Par déduction, comme en sismologie terrestre, on calcule les caractéristiques que les couches intérieures doivent avoir pour produire les fréquences et les intensités observées en surface.

Le problème de l'astrosismologie est que les étoiles sont beaucoup moins brillantes que le Soleil, et que l'on ne peut observer leur surface point par point mais globalement. Il est donc beaucoup plus difficile d'acquérir des données, et celles que l'on obtient sont moins fines.

Une avancée significative a été faite pour l'étoile de type solaire la plus proche, alpha du Centaure, située dans l'hémisphère sud. Les astronomes ont utilisé pour cela l'un des instruments phares de la recherche des exoplanètes, le télescope Leonard Euler de l'observatoire de l'ESO, à La Silla.

Comme pour les exoplanètes, il s'agit ici de déceler de faibles mouvements par la mesure de l'effet Doppler, mais au lieu de chercher un mouvement orbital de grande amplitude, on examine les pulsations rapides de petite amplitude.

Lors de ces observations, alpha du Centaure a bien montré un spectre de pulsation avec des fréquences comprises entre 0,002 et 0,003 Hertz, soit une période moyenne de l'ordre de sept minutes. La ressemblance avec le Soleil est frappante et les astronomes disposent maintenant d'un nouvel outil pour préciser les propriétés des autres étoiles.



Spectre acoustique de l'étoile α Cen obtenu avec le télescope Leonard Euler de La Silla (© ESO)

Pollution lumineuse

Selon l'International Dark-Sky Association, une demi-douzaine d'états américains ont voté des lois destinées à réduire la pollution lumineuse. Ainsi, il y est maintenant interdit d'aveugler ses voisins par des spots installés en dépit du bon sens.

Toujours outre-atlantique, ce sont les astronomes canadiens qui ont trouvé des alliés un peu inattendus dans la lutte qu'ils mènent contre la pollution lumineuse. Ces alliés sont les membres du conseil communal de Calgary qui, redoutant une saturation prochaine de la fourniture d'électricité, ont trouvé un moyen remarquablement simple de réaliser de belles économies sur l'éclairage public, sans dégrader celui-ci. Il suffisait de remplacer 49000 lampes de 200 W éclairant ciel et terre par des lampes de 100 W n'éclairant que le sol pour gagner 70 millions de francs par an. Le coût de la transformation sera récupéré en quelques années, mais les économies d'énergie sont réalisées immédiatement.

Satisfaites des résultats, les autorités de Calgary envisagent d'étendre la mesure à d'autres types d'éclairages publics.

De telles initiatives ne sont malheureusement que trop rares. Au même moment la ville de San Diego, proche du Mont Palomar, envisageait de renforcer son éclairage public, alors que jusqu'ici elle avait été relativement respectueuse du vénérable observatoire.

Quant à la Belgique, elle persiste à éclairer le ciel à coups de milliards de francs.

Fred Hoyle (1915-2001)

Le célèbre astronome Fred Hoyle s'est éteint le 20 août. Hoyle n'est probablement plus à présenter. Champion de l'univers stationnaire, inventeur de l'expression « big bang » (qu'il voulait dérisoire, mais qui est restée pour caractériser l'origine de l'univers en expansion), il fut un scientifique redoutable dans la controverse et un formidable vulgarisateur. Une de ses plus importantes contributions scientifiques concerne la nucléosynthèse stellaire des éléments plus lourds que l'hélium. On le connaît aussi pour ses idées très personnelles sur l'origine de la vie et l'évolution.

Céres détrôné

L'astéroïde 2001 KX₇₆, découvert en mai dernier dans la constellation du Scorpion, n'est qu'un faible point lumineux de vingtième magnitude. Mais il ne faut pas se fier aux apparences car l'étude de son orbite montre qu'il se trouve extrêmement loin, dans la « ceinture de Kuiper ». Il s'agit d'un « plutino », astéroïde ayant la même période de révolution que Pluton, soit une fois et demi celle de Neptune. Vu sa distance actuelle, qui est de 6 milliards et demi de kilomètres, on estime le diamètre de 2001 KX₇₆ à 1200 ou 1400 kilomètres, ce qui est comparable à celui de Charon, le satellite de Pluton, et ce qui en fait le plus gros astéroïde connu du système solaire.

Rappelons qu'un autre astéroïde encore plus lointain, WR₁₀₆, découvert en décembre dernier, semblait déjà surpasser Céres (cf *Le Ciel*, décembre 2000).

Selon l'un des découvreurs, Robert Willis, directeur de l'observatoire Lowell, cette découverte démontre qu'il reste beaucoup d'astres à découvrir dans la ceinture de Kuiper et parmi eux, selon toutes probabilités, des astéroïdes (ou des « planètes ») aussi grosses, voire plus grosses que Pluton.



Le mouvement de l'astéroïde KX₇₆ est visible sur cette image constituée de deux photos prises à des instants différents. La petite planète est l'« étoile » double au centre du cliché.
(© NOAO/AURA/NSF)

La météorite du lac Tagish

En janvier de l'an passé, un bolide géant de plus de 150 tonnes a traversé le ciel du Canada et a explosé en une pluie de feu, dispersant ses débris dans un lac du Yukon, le lac Tagish, non loin de la frontière avec l'Alaska. Des fragments de la météorite ont pu être récupérés assez rapidement. Grâce aux conditions climatiques auxquels ils avaient été soumis, ils avaient été préservés de façon quasi idéale, conservant intacts jusqu'à leurs composés volatils.

L'étude de ces roches venant de l'espace a montré une composition exceptionnelle, non encore rencontrée. La météorite s'avère être la plus primitive jamais étudiée. Elle contient une plus grande proportion de carbone et de grains présolaires qu'aucune autre et constitue ainsi un témoin essentiel des conditions régnant avant la formation de notre système solaire.

LS5039

En étudiant le comportement d'une mystérieuse source de rayons X au cours des dernières années, les astronomes sont arrivés à la conclusion qu'il s'agissait d'une binaire ayant survécu de peu à l'explosion en supernova de l'une de ses composantes.

Lorsqu'une des étoiles d'un système double explose, l'orbite du compagnon autour du résidu de la supernova s'en trouve perturbée. Dans le cas présent elle est devenue si excentrique que les deux astres ont failli se séparer. Le transfert de matière entre les deux est à l'origine de l'émission de rayons X observée et de jets de gaz se déplaçant à des vitesses prodigieuses.

Un trou noir pour M33?

Il y a peu, on discutait encore de la réalité des trous noirs. Maintenant on en arrive à s'étonner de ne pas en trouver au cœur d'une galaxie. On sait maintenant que les galaxies abritent en leur noyau un trou noir supermassif (SBH, pour « Supermassive Black Hole ») qui a dû se former dans les premiers temps de l'univers et qui est alimenté de façon sporadique par l'absorption de gaz et d'étoiles de la galaxie.

Notre Voie Lactée contient un trou noir d'une masse égale à trois millions de fois celle du Soleil. C'est un tout petit SBH en regard de ceux de certaines galaxies qui pèsent des milliards de Soleils.

Des observations réalisées avec le Hubble Space Telescope viennent de montrer que l'une de nos proches voisines du Groupe Local, la diaphane galaxie du Triangle, M33, contient tout au plus un trou noir de trois mille masses solaires. Peut-être même n'en contient-elle pas.

Image gravitationnelle sextuple

Selon Communiqué de Presse NRAO

B1359+154 a été découvert en 1999 par le Cosmic Lens All-Sky Survey (CLASS), une collaboration internationale d'astronomes utilisant des radiotélescopes pour chercher des lentilles gravitationnelles. Des images obtenues avec le Very Large Array (VLA) au Nouveau Mexique et MERLIN, un instrument britannique, montraient un groupe serré de six objets susceptibles d'être des images d'un astre unique produites par une telle lentille, mais cette hypothèse n'a pu être vérifiée que par de nouvelles observations faites avec le Very Long Baseline Array (VLBA) en radio et le Hubble Space Telescope dans le domaine optique.

On sait maintenant qu'il s'agit bien des images d'une galaxie très lointaine, distante de onze milliards d'années lumière, et que la lentille gravitationnelle est constituée d'un trio de galaxies plus proches (7 milliards d'années lumière) situées sur la ligne de visée. Quatre des images apparaissent à l'extérieur du triangle formé par le trio, et deux en sont à l'intérieur.

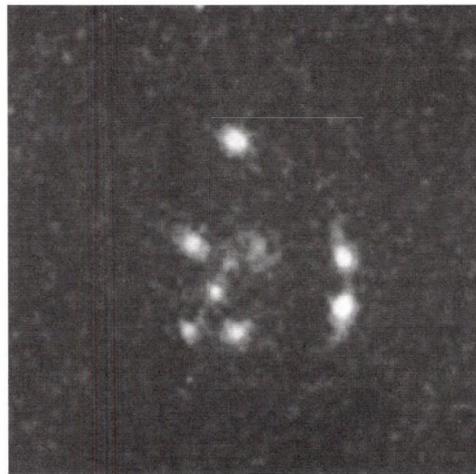


Image de la lentille gravitationnelle CLASS B1359+154 obtenue par le Hubble Space Telescope.
(© STScI, NRAO/AUI/NSF)

Ce système est d'un intérêt tout particulier car il est à la fois plus complexe que les lentilles constituées d'une seule galaxie, et plus simple que ceux dus à un amas de nombreuses galaxies. On a pu recenser dans ce dernier cas un maximum de 8 images, mais la complexité de la structure des amas rend impossible la modélisation exacte du phénomène.

Un diplôme officiel d'astrologie?

C'est ce que l'on peut obtenir à l'Astrological Institute de Phoenix (Arizona), maintenant reconnu par le département américain de l'éducation. L'inscription est de 5.300 dollars, et l'astrologie reste donc très rentable.

Activité stellaire extrême et trou noir supermassif dans la galaxie M81

Selon Communiqué de Presse ESA

Le télescope optique embarqué sur XMM-Newton a fourni l'une des images les plus spectaculaires de la galaxie (dite de type « LINER ») M81 jamais obtenues dans l'ultraviolet. Une forte émission dans l'ultraviolet (UV) est caractéristique de la formation des étoiles, des explosions de supernovae et de l'accrétion de matière par un trou noir supermassif. La galaxie spirale M81 (NGC 3031) est située dans la constellation de la Grande Ourse, à environ 12 millions d'années-lumière. Elle est l'une des galaxies les plus lumineuses de l'hémisphère nord et forme, avec sa voisine M82, une paire tout à fait remarquable. Les deux galaxies sont probablement passées à proximité l'une de l'autre il y a quelque dix millions d'années. M81 peut facilement être observée avec un petit télescope d'amateur et est même parfois visible à l'œil nu.

Cette image UV spectaculaire de la galaxie contient d'importants indices selon lesquels des processus de formation stellaire sont à l'oeuvre au sein de M81. L'image prise par le télescope optique est constituée de trois expositions de 1000 secondes utilisant différents filtres ultraviolets, centrés respectivement sur 2000, 2300 et 2800 angströms environ. Elle couvre une zone correspondant à un carré d'un quart de degré de côté englobant la galaxie voisine M82.



**M81 observée par le satellite XMM-Newton
(©ESA)**

Carte UV d'une galaxie active

M81 contient de nombreuses étoiles récentes, qui se prêtent particulièrement bien à l'étude dans l'ultraviolet. Les images UV dévoilent des régions où règne une intense activité de formation d'étoiles. Les filtres à courte longueur d'onde isolent les zones les plus chaudes et les plus actives (en bleu sur l'image originale que l'on pourra trouver sur

le site Web d'XMM-Newton sci.esa.int/xmm ou, plus directement, en spdex.estec.esa.nl:1090/siteimg/0d/29709.jpg). Elles sont particulièrement visibles à la base des deux principaux bras spiraux de la galaxie. Une collision avec la galaxie proche M82 pourrait avoir provoqué la formation de la structure en spirale. Les valeurs élevées de densité et de pression qui accompagnent ce type de phénomène seraient à l'origine de la formation

d'étoiles.

Les régions les plus froides (qui sont brillantes dans le filtre de grande longueur d'onde) apparaissent en rouge sur l'image originale. Elles sont concentrées au niveau du bulbe central de la galaxie, où l'on trouve principalement de vieilles étoiles moins massives, qui sont arrivées en fin de vie. Les objets ponctuels les plus brillants, essentiellement de couleur rouge, sont des étoiles proches appartenant à notre propre Galaxie.

Un noyau qui alimente la controverse

Le point blanc très brillant révélé par XMM-Newton est le noyau de la galaxie. L'origine des émissions du noyau a suscité un débat parmi les astrophysiciens entre les partisans de la flambée d'étoiles et les tenants du mini-quasar.

Des flambées d'étoiles marquent des zones d'activité stellaire intense et violente, où naissent des étoiles massives qui évoluent rapidement en supernovae. Les quasars sont les objets connus les plus brillants et les plus lointains qui produisent un rayonnement couvrant toute l'étendue du spectre électromagnétique.

Certains pensent que les galaxies de type LINER abritent un « mini-quasar », dans lequel un trou noir supermassif provoque l'accrétion de gaz et d'étoiles à un rythme très lent. L'explication naturelle de ce type de galaxies est qu'elles se trouvent en phase de transition entre quasars et galaxies ordinaires. Ces deux processus, qui donnent naissance à de fortes émissions de lumière ultraviolette, ont tous les deux trouvé des partisans parmi les scientifiques au vu des observations antérieures de M81.

L'étude de M81

Le meilleur moyen d'étudier les processus à l'oeuvre dans une galaxie LINER consiste à combiner des images et des spectres dans l'ultraviolet et le rayonnement X. Or, XMM-Newton est le seul observatoire à offrir cette possibilité.

Les données transmises par le spectromètre à grille de réflexion (RGS) permettront de mesurer les caractéristiques des gaz émettant des rayons X mous dans les étoiles chaudes ou provenant des mini-quasars. Ces résultats sont essentiels pour déterminer la relation entre flambées d'étoiles et mini-quasars.

L'imagerie spectroscopique fournie par les détecteurs MOS et PN de l'instrument EPIC peut servir à déterminer la position et la distribution des différents types d'émissions dans le rayonnement X. Les mesures du continuum réalisées par l'instrument EPIC seront combinées avec celles du continuum UV effectuées par le télescope optique afin de rechercher des preuves d'activité de mini-quasars.

Les images dans l'ultraviolet en trois couleurs fournissent, lorsqu'elles sont combinées avec des images dans le rayonnement X, des indications précises sur les processus en jeu. Ce projet jouera un rôle important dans l'étude des interactions entre la formation d'étoiles, les flambées d'étoiles et les mini-quasars.

Une image UV exceptionnelle

Les images UV des objets célestes doivent être prises dans l'espace car la lumière ultraviolette, invisible pour l'homme, est bloquée par l'atmosphère terrestre. M81 avait déjà été observée par le télescope imageur dans l'ultraviolet (UIT), qui a volé à bord de la Navette en 1990, et par le télescope spatial Hubble. L'utilisation de trois filtres UV donne une vue de M81 dix fois plus détaillée que les images UV précédentes.

La possibilité d'observer des sources de rayonnement X à la fois dans le visible et dans l'ultraviolet constitue l'un des avantages majeurs de la mission XMM-Newton. Le télescope optique est co-aligné avec les télescopes principaux de XMM-Newton et a un champ de vision ($17' \times 17'$) correspondant à celui des caméras X du satellite. Il s'agit d'un télescope de type Ritchey-Chrétien amélioré possédant une ouverture de 30 cm et une sensibilité d'imagerie comparable à celle d'un instrument de 4 m à la surface du globe.