

## **Nuit Messier 2008**

En mars et en septembre 2007, nous avons tenté d'organiser la nuit du « Marathon Messier » à l'observatoire de La Fosse. Ce « Marathon » consistait à observer tout ou (grande) partie des 110 objets repris dans le catalogue du célèbre astronome français. Mais la météo de 2007 fit des siennes aux deux rendez-vous prévus : il fit chaque fois dégagé les jours précédant les rendez-vous, puis couvert les jours choisis pour ce marathon.

Gageons que 2008 ne sera pas de la « même pluie » si vous me passez l'expression ! En effet, cette fois-ci, nous bloquons les 4, 5 et 6 mars sur nos agendas pour le Marathon Messier ! Le principe est simple : le premier de ces 3 jours qui sera dégagé, on fera le Marathon !

Je vous fixe rendez-vous à l'observatoire de La Fosse à 18 h 30 et, pour ceux qui ne connaissent pas l'observatoire, je fixe rendez-vous à 18 h 15 devant l'église de La Fosse (Manhay) où nous attendrons sur place la fin du quart d'heure habituel pour les retardataires.

Le « Marathon Messier » a l'avantage de vous montrer toute une panoplie d'objets célestes : amas ouverts, amas globulaires, nébuleuses, galaxies.

Rien ne vous empêche de venir au milieu de la nuit en cours de marathon... tout comme de partir lorsque vous le souhaitez. Ce marathon durera jusqu'au lever du jour...

Bonnes observations !

P.P.



# L'astronomie dans le monde

## ***CoRoT : le point un an après son lancement***

*Selon communiqués CNRS et ESA*

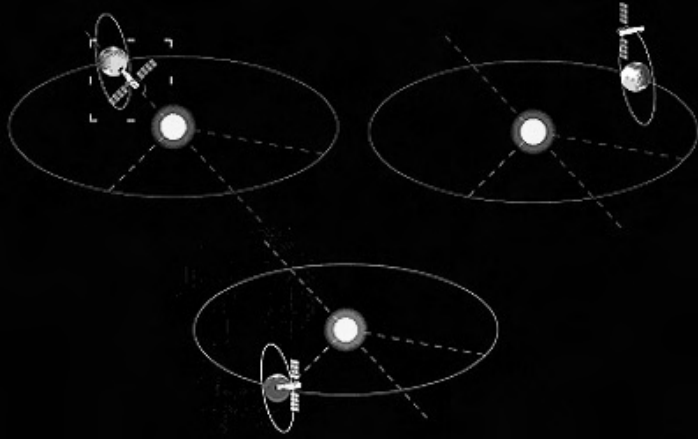
Le satellite CoRoT fête son premier anniversaire. Lancé par une fusée Soyuz depuis le cosmodrome de Baïkonour le 27 décembre 2006, il a commencé à collecter des données scientifiques le 2 février 2007. Quel est le bilan après plus de 300 jours d'observations ?

CoRoT observe un très grand nombre d'étoiles de façon ininterrompue et mesure de façon très précise les variations de la lumière émise par chacune d'elles. À chaque série d'observations, environ 12 000 courbes de lumière sont ainsi obtenues. CoRoT mesure ces

courbes sur des durées allant jusqu'à 150 jours et de manière pratiquement ininterrompue. Il s'agit en cela d'une première mondiale.

CoRoT est capable de mesurer ces variations au millionième près. En d'autres termes, si CoRoT observait le million d'ampoules qui brillent à Noël sur les Champs-Élysées, il pourrait s'apercevoir que l'une d'entre elles clignote. Cette précision tout à fait inédite permet à CoRoT de nous révéler que les étoiles ont des comportements d'une très grande diversité. CoRoT conduira très certainement à une nouvelle classification des étoiles.

Le 10 décembre dernier, une première série de données obtenues par CoRoT a



*L'orbite de CoRoT lui permet normalement l'observation continue de deux grandes régions symétriques du ciel durant 150 jours chacune. Le mouvement de la Terre autour du Soleil commence en effet à interférer avec les observations après cinq mois. CoRoT tourne alors de 180° et se met à observer la zone opposée. (© CNES)*

été mise à la disposition de la communauté scientifique française, ainsi qu'à celles des partenaires du projet (Agence spatiale européenne, Brésil, Allemagne, Autriche, Espagne, Belgique). Elles travaillent actuellement à leur analyse. De nouvelles livraisons auront lieu au fur et à mesure des observations, la prochaine étant programmée pour février 2008.

A ce jour, 30 étoiles ont été observées dans le champ « sismologie » pendant des durées allant de 20 à 150 jours. Ce sont des objets très divers, allant d'étoiles aux caractéristiques proches du Soleil à des étoiles beaucoup plus massives ou beaucoup plus vieilles.

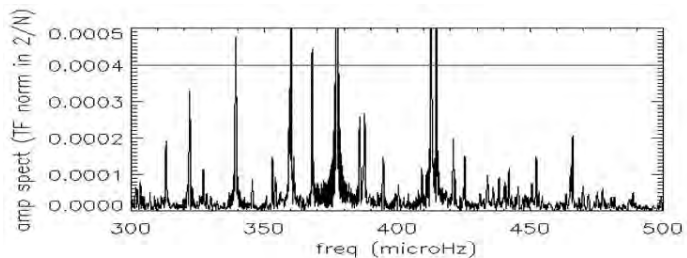
Malgré un traitement encore préliminaire, les données révèlent des résultats très excitants. La recherche d'oscillations de type solaire constitue l'une des pierres angulaires de la mission CoRoT. Et ces oscillations ont déjà été détectées dans deux étoiles analogues au Soleil, une première fois dans HD49933, puis dans HD181420. Ces oscillations ont de

très faibles amplitudes ainsi que des temps de cohérence (durée pendant laquelle on voit l'oscillation individuelle d'une étoile) courts, ce qui rend leur détection et leur mesure plus difficiles que prévu.

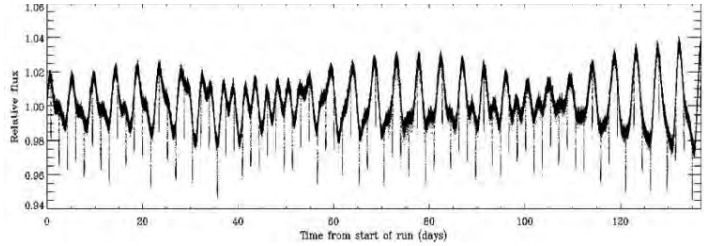
Les spectres d'oscillation d'étoiles plus massives sont d'une extrême richesse. Impossibles à obtenir depuis les grands télescopes au sol, ces spectres résultent de la très grande précision de CoRoT associée à une très longue durée d'observations en continu ; ils vont permettre, après une analyse minutieuse, de mieux connaître l'âge de ces étoiles, leur composition chimique, leur rotation, les différents processus chimiques internes et leur évolution. Ils constituent une mine d'informations scientifiques pour les théoriciens qui devront faire coïncider leurs interprétations avec ces nouvelles données observationnelles.

Pour détecter une véritable exoplanète l'observation d'un « transit » par l'instrument CoRoT est insuffisante. En effet, d'autres phé-

*Ce diagramme compare les amplitudes des modes d'oscillations d'une étoile « de type delta Scuti » en fonction de leur fréquence (entre 300 et 500 micro hertz) au meilleur niveau de détection que l'on peut atteindre depuis le sol (représenté par le trait horizontal). © CoRoT*



**Courbe de lumière  
de l'étoile parente  
de CoRoT-exo-2b.  
© CoRoT**



nomènes peuvent mimer un transit planétaire. Il faut confirmer la détection par CoRoT grâce à des observations au sol. Et même si CoRoT montre la voie, il doit patienter pour annoncer des découvertes d'exoplanètes et accepter le rythme dicté par la capacité à mettre en œuvre les grands télescopes de par le monde.

Au printemps 2007 CoRoT découvrait une première exoplanète, appelée CoRoT-exo-1b. Au cours de sa troisième série d'observation fin 2007, deux semaines ont suffi pour alerter les spécialistes du programme exoplanète sur le « transit » de CoRoT-exo-2b devant son étoile. La procédure de confirmation a été immédiatement mise en place avec l'analyse des données « au fil de l'eau », permettant d'augmenter la cadence des mesures. Dans le même temps, le consortium d'observation au sol de CoRoT a organisé les observations aux spectrographes SOPHIE à l'Observatoire de Haute-Provence et HARPS au télescope de 3,60 m à l'Observatoire européen austral à la Silla, au Chili. Elles ont permis de confirmer qu'il s'agissait bien d'une planète et de mesurer sa masse.

L'étoile parente de CoRoT-exo-2b est comparable au Soleil, légèrement plus petite et plus froide que lui, mais bien plus active. Elle est située à environ 800 années lumières dans la direction de la constellation du Serpent. CoRoT-exo-2b est une planète géante, 1,4 fois plus grosse et 3,5 fois plus massive que Jupiter. Sa densité moyenne ( $1,5 \text{ g/cm}^3$ ) est aussi un peu plus élevée que celle de Jupiter. Cette planète très massive tourne autour de son étoile en un peu moins de 2 jours (1,74), à une distance équivalente à 6 fois le rayon de cette étoile.

La durée de cette observation atteint 140 jours. La courbe de lumière contient 78 tran-

sits de la planète sur le disque de son étoile, un nombre record à ce jour en comparaison avec les observations au sol hachées par l'alternance jour/nuit. La précision photométrique est également sans précédent et constante sur toute la durée d'observation. Elle atteint 160 millièmes sur une pose de 2,5 minutes, une valeur tout à fait inaccessible avec des instruments au sol. Cette courbe de lumière contient aussi beaucoup d'informations sur l'étoile elle-même. Elle montre des modulations périodiques qui sont très probablement la signature de sa rotation qui varierait de l'équateur aux pôles. C'est une éclatante démonstration des performances de CoRoT, et de l'impact que cette mission va avoir pour la compréhension de l'activité des étoiles et la connaissance des planètes extrasolaires.

Déjà une quarantaine de courbes de lumière contiennent des signaux d'éventuelles planètes. Elles font actuellement l'objet d'observations au sol pour confirmer leur nature. Parmi cette liste, deux candidats sont particulièrement prometteurs : une planète deux fois plus petite que Saturne et une planète de taille jovienne mais de densité inhabituelle.

CoRoT a observé 4 régions du ciel soigneusement sélectionnées :

- d'abord une zone en direction de la constellation de la Licorne pendant 60 jours ;
- puis deux zones dans la direction opposée, vers la constellation du Serpent, l'une pendant une courte période (26 jours), suivie d'une autre d'une très longue période (150 jours) ;
- à nouveau en direction de la Licorne, il pointe actuellement une autre zone pour une très longue durée.

## **L1157**

Les étoiles naissent de nuages de gaz et de poussières qui se contractent sous l'effet de la gravitation. La rotation globale du nuage conduit à la formation d'un disque où les planètes pourront naître à leur tour. En même temps un trop plein de gaz est éjecté du système. Après quelques millions d'années, le disque et les jets ont disparu laissant la scène à l'étoile et son cortège de planètes.

De récentes images obtenues par l'observatoire spatial infrarouge Spitzer montre l'exemple d'une étoile de type solaire, L1157,

en plein processus de formation. Elle n'a que quelques milliers d'années. Par comparaison, notre Soleil en a 4 milliards et demi. L'enveloppe de poussières explique pourquoi il faut observer cet astre en infrarouge. La lumière visible est incapable de la traverser.

Sur l'image prise par Spitzer l'étoile elle-même est malgré tout cachée tant le cocon de poussière est opaque, mais son enveloppe est vue en silhouette comme une barre sombre au travers des jets brillants. Le tout est entouré d'un halo flou de poussières parsemé de quelques points qui sont des étoiles d'arrière-plan.

*Image infrarouge de L1157 prise par Spitzer et montrant en silhouette le disque de poussières entourant l'étoile en formation.  
(© NASA/JPL-Caltech/UIUC)*



## L'exoplanète HD 189733

Le télescope *Hobby-Eberly Telescope* (HET) du McDonald Observatory a permis de détecter l'atmosphère de l'exoplanète « transistante » HD189733b. C'est la première fois qu'une telle prouesse est effectuée depuis le sol.

La lumière infrarouge de la planète, et donc de son atmosphère puisqu'il s'agit d'une planète gazeuse, avait été décelée lors d'un transit (la planète passait devant l'étoile) en 2006 par le télescope spatial Spitzer. Une étude détaillée avait ensuite permis d'en déduire une carte grossière. Les faibles contrastes d'un point à l'autre indiquaient une uniformité probablement due à des vents violents effectuant un brassage global.

Les observations spectrographiques avec le même télescope Spitzer n'avaient tout d'abord pas pu mettre en évidence la vapeur d'eau que l'on espérait y trouver, pas plus d'ailleurs que le dioxyde de carbone ou le méthane. Mais quelques mois plus tard, en juillet 2007, une nouvelle étude indiquait la présence probable de cette vapeur d'eau.

Un peu plus massive que Jupiter, cette intéressante exoplanète tourne autour d'une étoile située à 63 années-lumière dans la constellation du Petit Renard. Son orbite est très serrée, dix fois plus que celle de Mercure, ce qui n'est pas un hasard vu les probabilités



*Le Hobby-Eberly Telescope.*  
(© Marty Harris/McDonald Observatory.)

favorisant l'observation de transits pour de tels systèmes.

La méthode utilisée au HET pour détecter l'atmosphère est en apparence simple. Lors d'un transit, de pures considérations géométriques montrent que la lumière provenant de l'étoile doit diminuer de 2,5%. Si la planète ne possédait pas d'atmosphère, la même réduction d'intensité se produirait dans toutes les longueurs d'onde. Mais l'extinction provoquée par l'atmosphère dépend de la longueur d'onde car les gaz absorbent de façon spécifique certaines « raies ». L'analyse spectrale permet donc de déduire des informations sur la composition de cette atmosphère.

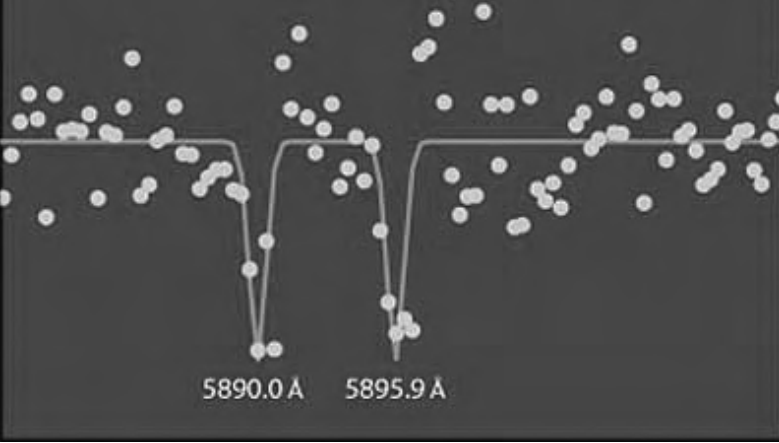
On se doutait de la présence de sodium dans l'atmosphère et c'est bien ce qu'a révélé l'étude faite avec le HET. Lorsque l'on observe le transit dans une longueur d'onde caractéristique du sodium, l'obstruction géométrique due à la planète



*L'étoile HD189733 est repérée par la flèche. Elle est située à moins de 15' (équivalent à une demi lune) de la nébuleuse Dumbell (photographie de Daniel Jaroschik).*



## Sodium 'Doublet' Absorption Lines Due to Atmosphere of HD189733b

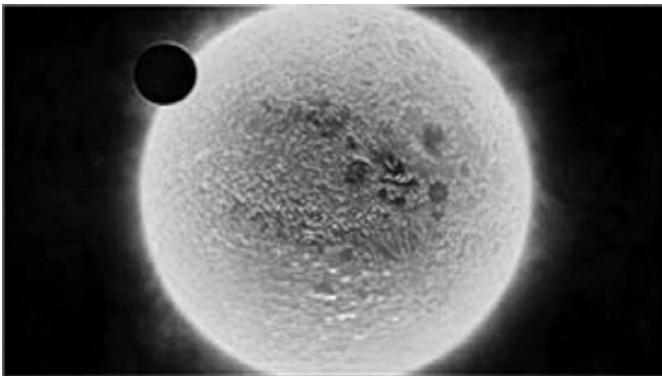


*Portion du spectre à haute résolution de l'atmosphère de l'exoplanète HD189733b montrant les deux raies jaunes du sodium.  
(© S. Redfield/T. Jones/McDonald Observatory)*

est augmentée de celle de l'atmosphère qui est devenue opaque. Cette étude a impliqué plusieurs centaines d'observations durant 11 transits étalés sur une année, observations effectuées dans des conditions différentes (mettant en cause le décalage Doppler) afin de soustraire la contamination provoquée par la vapeur d'eau de notre propre atmosphère.

Les astronomes ont ainsi déterminé que la planète apparaissait plus grande de 6% dans une raie du sodium particulièrement bien

adaptée à l'observation dans le domaine accessible depuis le sol. Les avantages de l'observation au sol par rapport aux satellites se font alors sentir : possibilité d'utiliser de très grands télescopes (le HET fait plus de 9 mètres d'ouverture), possibilité d'utiliser des spectromètres à très haute résolution permettant de mieux isoler les raies d'absorption intéressantes. Il faut d'ailleurs noter qu'au moment où était publiée la découverte du HET, les astronomes travaillant avec le télescope spatial Hubble annonçaient les résultats négatifs, et discordants, d'une campagne extensive d'observation de ce même astre. En effet ils mettaient en exergue l'absence de sodium, de potassium et d'eau dans les spectres ainsi obtenus. Leurs résultats les poussent à conclure à la présence de brume dans la haute atmosphère de l'exoplanète. L'absence



*Vue d'artiste de la planète passant devant HD 189733  
(© ESA, NASA and Frederic Pont, Geneva University Observatory)*

de sodium, mais la présence d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, avaient été notées pour une autre exoplanète, HD209458b. Sans doute un télescope spatial plus grand aurait-il permis la détection du sodium.

Après le succès rencontré avec le HET pour le sodium, d'autres constituants de HD189733b pourraient être étudiés de cette façon, le potassium et peut-être l'hydrogène.

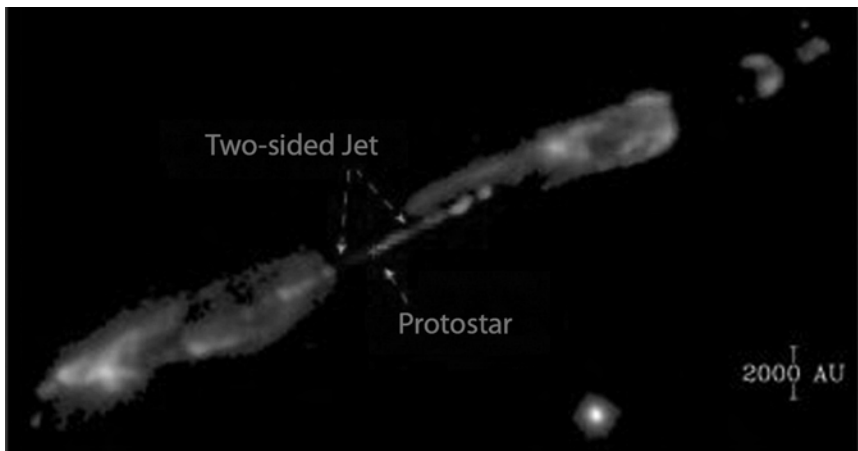
En complément à la photométrie et la spectroscopie qui ont déjà fourni pas mal d'indications sur HD189733b, les astronomes l'ont attaquée en polarimétrie. On sait que l'atmosphère terrestre polarise partiellement la lumière diffusée du Soleil et que l'on peut obscurcir le bleu du ciel en utilisant des verres polaroïd convenablement orientés. L'observation de la lumière combinée de l'étoile HD189733 et de sa planète a montré une variation périodique de la polarisation avec des maximums lorsque la planète passe aux élongations maximales. Ici aussi, le phénomène peut s'expliquer par l'existence d'une vaste atmosphère, plus grande de 30% que la partie opaque observée dans les transits. La diffusion par les atomes, molécules, ou toutes autres petites particules de taille inférieure à un demi-micron conduit à une polarisation telle que celle observée.

## ***Jets de HH211***

Les astronomes savent qu'une étoile doit évacuer une bonne partie de son moment angulaire – on pourrait dire de sa quantité de rotation – pour se former. La comparaison classique avec la patineuse qui tourne de plus en plus vite en ramenant les bras le long du corps permet de visualiser le phénomène. Le moment angulaire fait intervenir le carré des distances à l'axe. En se contractant des millions de fois, un nuage interstellaire animé du moindre mouvement de rotation atteindrait vite des vitesses de rotation qui contrecarreraient son effondrement. Pour poursuivre celui-ci, il faut évacuer le moment angulaire, et le plus simple est d'éjecter au loin une partie de la matière périphérique à grande vitesse. Les disques de poussières autour des étoiles jeunes, les planètes autour des étoiles adultes, les étoiles doubles sont autant d'exemples de moment angulaire qui a été transféré de la rotation à des mouvements orbitaux, tout en restant lié au système.

L'objet HH (Herbig-Haro) 211 est une étoile en plein processus de formation. Les observations faites avec le SMA (Submillimeter

*Image composite de l'objet Herbig-Haro 211 réunissant des données radio du Submillimeter Array et infrarouges du Very Large Telescope. (© SMA/Chin-Fei Lee & VLT/Naomi Hirano)*



Array) ont mis en évidence la façon dont elle se débarrasse de son trop-plein de moment angulaire. L'étoile émet deux jets symétriques, perpendiculaires au plan équatorial, et donc au plan du disque d'accrétion. Les astronomes ont montré que la matière emportée par les jets était animée d'un mouvement spiral. Les jets sont donc de gigantesques tourbillons qui évacuent du moment angulaire du système.

Le SMA est un interféromètre radio à huit éléments situé à Hawaii. Lorsque ALMA, le gigantesque réseau construit par la communauté internationale dans l'Atacama, sera opé-

rationnel, on pourra étudier d'autres systèmes de ce type, plus lointains, moins accessibles, et ainsi mieux comprendre la manière dont naissent les étoiles.

## **Mars**

De nombreux éléments témoignent en faveur d'un lointain passé chaud et humide sur la Planète Rouge. Mais l'absence de roches carbonatées telles que le calcaire semble contredire cette hypothèse. L'explication pourrait venir du dioxyde de soufre. Ce gaz conduit à un effet de serre plus important que

*Cette image prise par la caméra panoramique du rover Opportunity, montre le rocher « El Capitan » dans lequel on a trouvé de la jarosite, un minéral contenant du fer. Cette découverte a conduit les scientifiques du MIT à postuler que l'atmosphère martienne a contenu à une époque du dioxyde de soufre, un gaz à l'effet de serre très efficace.  
(© NASA/JPL/Cornell)*





le dioxyde de carbone et à une composition des roches compatible avec celle observée par les rovers martiens.

Cette hypothèse est née de la découverte par le robot Opportunity de jarosite, un minéral qui ne se forme que dans de l'eau très acide. La présence de dioxyde de soufre dans l'atmosphère peut conduire à acidifier l'eau de surface par l'intermédiaire d'un cycle du même genre que celui du carbone. Le dioxyde de soufre se dissout facilement dans l'eau. Après avoir été éjecté dans l'atmosphère par les volcans géants du plateau Tharsys, il aurait été absorbé dans les océans recouvrant une grande partie de la surface de la planète. Là, il inhibait la formation des minéraux carbonatés tout en conduisant à celle de silicates et de sulfites, comme le sulfite de calcium. Ces minéraux se dégradent relativement rapidement de sorte que l'on n'en trouve plus de nos jours sur la Planète Rouge, mais ils permettent la formation d'argiles qui, elles, ont bien été trouvées et dont l'origine restait mystérieuse puisqu'on les associe généralement aux carbonates qui brillent par leur absence.

Une quantité minime de dioxyde de soufre, 10 ppm (parts par million) dans un air principalement composé de dioxyde de

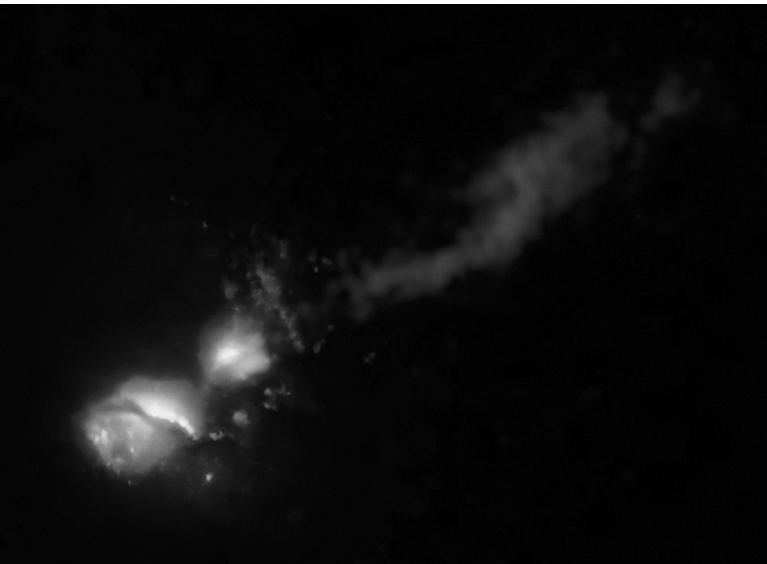
carbone aurait suffi à doubler l'efficacité de l'effet de serre et à permettre l'existence d'eau en phase liquide.

Peut-être la Terre est-elle passée également par un tel stade dans son évolution primitive. Aucune trace n'en subsiste cependant par suite de l'activité tectonique.

### ***Jet violent de 3C321***

Les observations X effectuées par l'observatoire spatial Chandra montrent un jet émanant du trou noir supermassif d'une galaxie et se brisant sur une galaxie voisine. Ce nettoyage haute pression a certainement de profondes répercussions sur la formation stellaire dans cette dernière. Le flux de particules doit aussi affecter toute planète se trouvant sur leur trajet.

Le système, connu sous la dénomination de 3C321, a été étudié dans un grand domaine du rayonnement électromagnétique, depuis les rayons X avec Chandra, jusqu'aux ondes radio avec les réseaux VLA et MERLIN. Chaque région du spectre montre un aspect spécifique. Les images X de Chandra indiquent qu'un trou noir supermassif est à l'œuvre et se développe rapidement au cœur de chacune



*Image composite montrant le jet de 3C321 heurtant le bord d'une autre galaxie. C'est la première fois qu'un tel phénomène est observé. L'image est le résultat de la combinaison de données X de Chandra, optiques et ultraviolettes de Hubble, et radio du Very Large Array (VLA) et de MERLIN. Au-delà de la zone de collision, le jet est interrompu et infléchi comme un jet d'eau heurtant un mur. (© X-ray : NASA/CXC/CfA/D.Evans et al. ; Optical/UV : NASA/STScI ; Radio : NSF/VLA/CfA/D.Evans et al., STFC/JBO/MERLIN)*

des deux galaxies. Celles-ci sont évidemment observées sur les images optiques du télescope spatial Hubble. En radio, un point brillant marque la zone d'impact du jet sur le flanc de la galaxie satellite, à 20 000 années-lumière de son origine. Là, se dissipe une partie de l'énergie du jet, mais un autre point chaud, beaucoup plus loin, à 850 000 années-lumière, révèle que le jet a continué son chemin après avoir été dévié.

La présence de grandes quantités de gaz autour des galaxies prouve que les trous noirs ont eu une activité passée très violente. Les données X montrent que des particules sont encore accélérées au sein du point chaud et, par conséquent, que le jet a touché la galaxie relativement récemment – selon les standards astronomiques –, il y a moins d'un million d'années.

D'autres images suggèrent que la galaxie satellite orbite dans le sens horlogique, ce qui

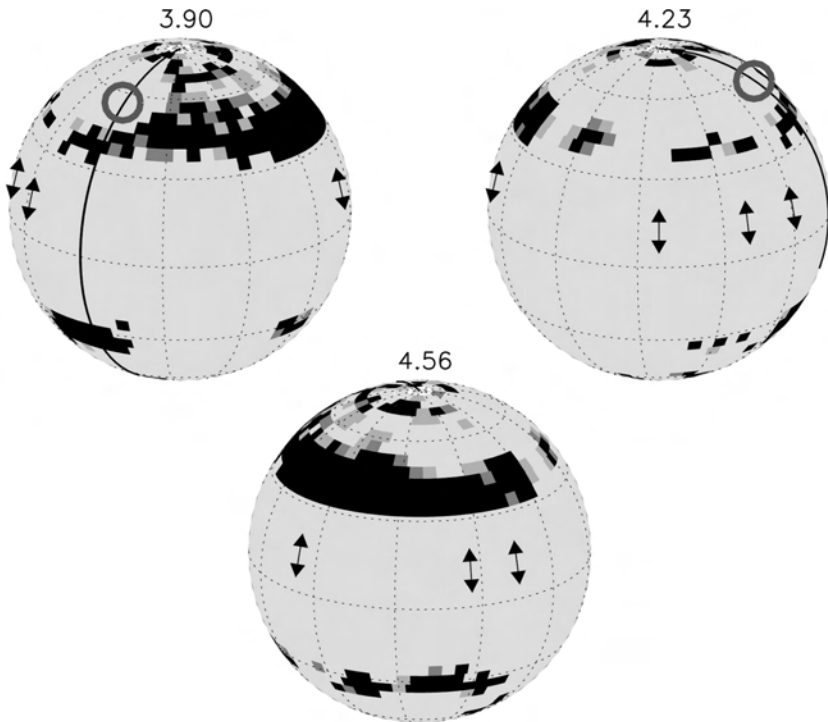
montre qu'elle est seulement en train d'aborder le jet.

### **Cartographie de BO Microscopii**

L'étoile BO Microscopii a été observée durant deux nuits consécutives en octobre 2006 avec le spectrographe à haute résolution UVES du VLT/ESO. Simultanément, le satellite XMM-Newton de l'ESA l'observait également.

L'utilisation de la technique dite d'imagerie Doppler a permis de reconstruire la carte de la surface de l'étoile et d'y distinguer plusieurs taches. La technique Doppler utilise l'information spectrale aux diverses phases de rotation de l'étoile. Quelque 142 spectres ont ainsi été analysés. La carte résultante montre quelques taches situées près des pôles mais la

#### **Les taches à la surface de BO Mic (© ESO/VLT)**



plupart sont distribuées de façon asymétrique de part et d'autre de l'équateur.

Les observations en rayons X ont permis d'identifier plusieurs « flares », c'est-à-dire des éruptions soudaines libérant de grandes quantités d'énergie. L'une des éruptions a duré quatre heures et son énergie était cent fois plus grande que celle d'une grosse éruption solaire. Sa position a pu être déterminée et, curieusement, elle ne correspond à aucune des taches décelées.

L'étoile est jeune, beaucoup plus jeune que le Soleil avec seulement 30 millions d'années. C'est sans doute pour cette raison qu'elle tourne rapidement sur elle-même. Une rotation se fait en 9 heures, alors que notre Soleil met près d'un mois à effectuer un tour sur lui-même. Sans doute que dans sa jeunesse le Soleil était lui aussi un « rotateur rapide ». Ce mouvement rapide entraîne des champs magnétiques de grande énergie et est sans doute la raison de la violence des érup-

tions. L'étude d'étoiles comme BO Mic peut donc nous renseigner sur les premiers âges du Soleil.

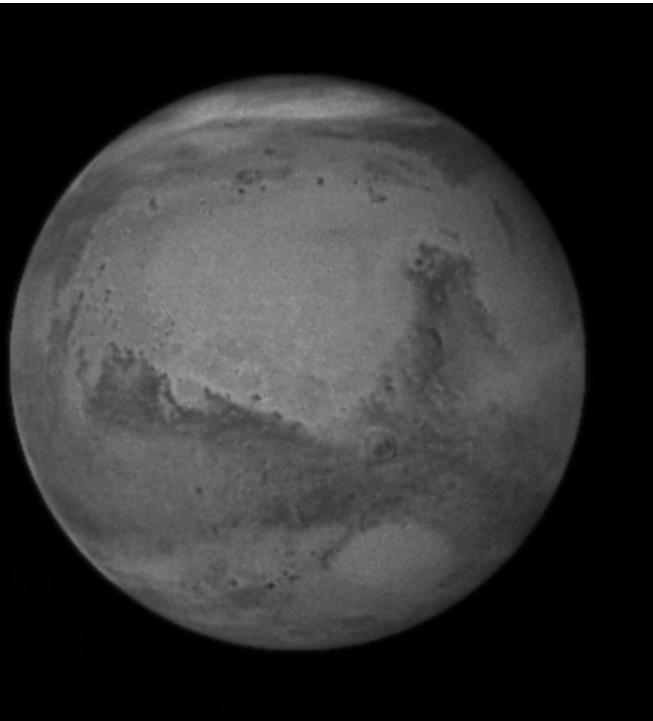
### ***Mars en opposition***

Le télescope spatial Hubble a obtenu une belle image de la Planète Rouge aux environs de son opposition qui eut lieu le 18 décembre, à une distance de 88 millions de kilomètres.

Mars et la Terre viennent en opposition tous les 26 mois, mais l'ellipticité des orbites fait que la séparation entre elles peut différer grandement d'une fois à l'autre. Ainsi, en 2003, elle était de 56 millions de km seulement, permettant une bien meilleure vue.

Les deux grosses taches que l'on voit sous l'équateur étaient déjà bien connues des premiers observateurs. Le grand triangle de droite est Syrtis Major, sans doute la région la plus célèbre de la planète. L'allée horizontale à gauche est Sinus Meridani. C'est à l'ouest de cette zone que le robot Opportunity de la NASA a atterri en 2004. A l'intersection de la Grande Syrte et de Sinus Meridani, se trouve le cratère géant Huygens de 450 km de diamètre. Au sud de Huygens se trouve le bassin d'impact Hellas, de 1800 km de diamètre et de 8 km de profondeur, résultat de l'impact d'un astéroïde il y a des milliards d'années.

La planète ne subissait pas de tempête de sable durant cette opposition. On peut cependant voir quelques jolis nuages sur les calottes polaires.



***Mars vu par le HST***  
**(© HST/NASA)**