

L'astronomie dans le monde

Cycle solaire

Le 4 janvier dernier, une tache solaire a montré une polarité inversée par rapport aux autres, signalant ainsi le début d'un nouveau cycle solaire, le vingt-quatrième.

L'activité solaire suit un cycle de 11 ans. L'absence relative de taches, d'éruptions et de tout autre signe d'activité au cours des derniers mois signalait un minimum. Le cycle précédent, le 23^e, avait culminé en 2000-2002 avec de nombreuses tempêtes souvent très violentes.

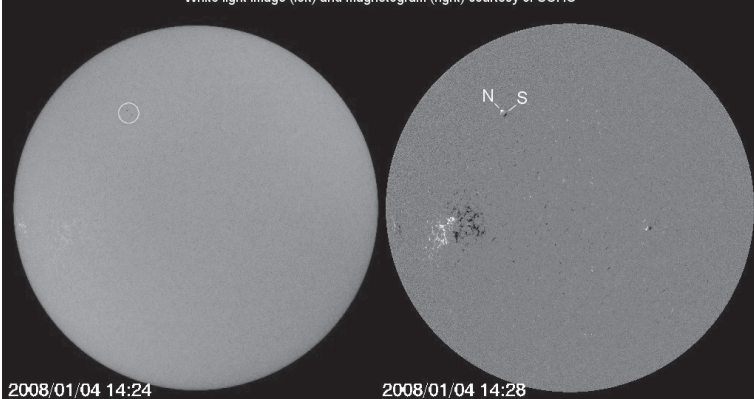
Les cycles commencent toujours par l'apparition d'une tache de polarité inverse de celles du cycle précédent à une latitude solaire relativement élevée, de 25 à 30 degrés. Au fur et à mesure que le cycle se développe les taches apparaissent de plus en plus près de l'équateur. Celle qui est apparue le 4 janvier (AR10981 selon la nomenclature de la NOAA) était précisément à 30 degrés de latitude nord.

La tache 981 était petite, à peu près des dimensions de la Terre. Elle n'a vécu que trois jours mais ce fut suffisant pour que les physiciens solaires déclarent le cycle 24 ouvert.

L'année passée, un groupe d'experts avait prédit le début du cycle 24 pour le mois de mars.

First Sunspot of the New Solar Cycle: Jan. 4, 2008

White light image (left) and magnetogram (right) courtesy of SOHO



Images de la première tache du cycle solaire 24 prises par l'observatoire spatial SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) de la NASA et de l'ESA.

Ils ne s'étaient pas trompés de beaucoup.

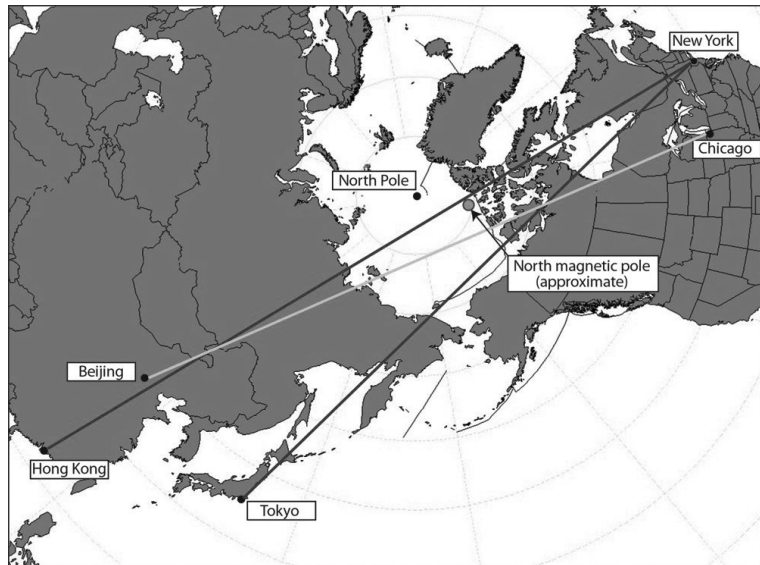
Connaître le début d'un nouveau cycle est important pour les astronomes solaires, mais aussi pour la technologie spatiale. Les tempêtes solaires peuvent endormir les satellites météorologiques ou de navigation GPS. Les éruptions peuvent interférer directement avec la réception des téléphones portables et les Éjections Coronales de Masse (CME) peuvent conduire à des pannes de courant généralisées. La plus célèbre de ces perturbations a eu lieu au Canada en 1989, laissant une grande partie de la population sans électricité pendant six jours.

Le transport aérien peut également être affecté. Chaque année des vols intercontinentaux transportent des milliers de passagers au-dessus des pôles, et leur nombre augmente rapidement. L'Arctique est en effet le plus court chemin entre, par exemple New-York et Tokyo, ou Pékin et Chicago. Lorsque se déclenche une tempête solaire, les avions peuvent connaître des blackouts

Un nombre croissant de vols commerciaux traverse l'Arctique pour économiser du temps et de l'argent.

radio, des erreurs des systèmes de navigation, voire des reboots des ordinateurs embarqués. Éviter les pôles durant ces événements résout le problème, au prix d'un allongement des trajets.

Mais les humeurs du Soleil ont un bon côté : plus de tempêtes signifie plus d'aurores qui sont les plus formidables shows sur Terre. Au cours du dernier maximum solaire,



des aurores boréales ont été vues jusqu'en nos régions, et plus au sud encore. Avec une meilleure surveillance et de meilleures prédictions de la météo solaire, les gens pourront plus souvent profiter du spectacle des aurores sans devoir se déplacer dans les régions polaires. Mais il faudra attendre quelques années pour cela, le temps que le cycle se développe jusqu'à son maximum prévu pour 2011 ou 2012.

RS Oph

Les premières observations faites avec un nouvel instrument de l'observatoire WM Keck permettent aux scientifiques d'avancer dans la physique des systèmes stellaires cataclysmiques que sont les novae récurrentes. Ces résultats renversent les anciennes théories concernant les novae et fournissent un modèle unifié pour la nova RS Ophiuchi.

Les scientifiques préparaient une mission technique de routine lorsque la nova explosa. Très brillante et facilement observable, elle fournissait une cible de choix pour l'interféromètre installé sur les télescope Keck. Cet interféromètre permet de combiner la lumière

des deux télescopes de dix mètres et d'arriver à une résolution spatiale dix fois meilleure que celle des télescopes pris isolément. Plus précisément, c'était le mode « nulling » qui était adopté. Dans ce mode la lumière de l'étoile est affaiblie afin d'éviter l'éblouissement et de pouvoir observer les régions circumstellaires. C'est le seul instrument de ce type en fonction.

Le mode nulling a été développé pour rechercher la poussière autour des étoiles mais beaucoup d'autres applications sont possibles.

RS Oph consiste en un couple formé d'une naine blanche et d'une géante rouge. Cette dernière souffle progressivement ses couches extérieures dans l'espace et la naine blanche en récupère une bonne partie, accroissant ainsi sa masse jusqu'à atteindre le point critique où se déclenche une explosion thermonucléaire. L'éclat du système augmente alors des centaines de fois.

***Les deux télescopes
Keck de 10 mètres
(© Keck Observatory)***

Les astronomes ont visé l'étoile avec le Keck Nuller et l'ont configuré pour annuler la zone brillante de l'explosion. Ils ont alors constaté l'absence de poussières dans la zone centrale, sans doute parce que la nova les avait vaporisées. Mais plus loin de la naine blanche, à partir d'une vingtaine d'unités astronomiques, le Nuller a détecté la signature spectrale des grains de silicate. L'onde de l'explosion n'avait pas encore atteint cette région de sorte que cette poussière devait exister avant l'explosion. Cela est contraire aux idées communément admises selon lesquelles le phénomène de novae crée la poussière.

Les astronomes pensent maintenant que la poussière apparaît lorsque la naine blanche balaie le vent émis par la géante rouge, créant ainsi des spirales de poussières. Dans ces bras spiraux la densité est suffisamment élevée et la température suffisamment basse pour que les atomes s'agglutinent et forment des grains.

Le souffle de la nova a maintenant détruit la structure spirale mais elle devrait se reformer dans quelques années et les observations du télescope spatial Spitzer devraient la mettre en évidence.

La plupart des études précédentes de RS Oph étaient basées sur des études spectros-



copiques, mais ces méthodes n'avaient pas permis de distinguer les différents éléments de la nova avec autant de détails que la méthode interférométrique. Le Keck Nuller a mesuré l'une des composantes du système avec une résolution de 4 millisecondes d'arc, soit la dimension apparente d'un ballon de basket à la distance de 12500 km. Cette précision a conduit à l'élaboration d'un nouveau modèle du système.

Une nouvelle lumière sur l'énergie sombre

Selon communiqués CNRS et ESO

L'accélération de l'expansion de l'univers est un phénomène pour l'instant inexpliqué. Ce mystère pourrait être levé grâce à une nouvelle méthode mise au point par une équipe internationale de chercheurs.

Non seulement cette méthode inédite apporte des informations précieuses sur la nature de l'énergie noire, mais elle ouvre aussi de nouvelles perspectives sur l'identification de l'origine de l'accélération cosmique. L'expansion de l'univers est actuellement plus rapide qu'elle ne l'était par le passé. Mais, cette accélération ne peut s'expliquer avec les lois fondamentales de la physique sans émettre de nouvelles hypothèses. Parmi les plus probables, deux sont aujourd'hui particulièrement étudiées, à savoir :

- soit l'univers est rempli d'une mystérieuse énergie sombre produisant une force répulsive qui contrebalance le freinage gravitationnel produit par la matière contenue dans l'univers ;
- soit la théorie de la gravitation n'est pas correcte et doit être modifiée, en ajoutant par exemple des dimensions supplémentaires à la description de l'espace.

Les observations actuelles du taux d'expansion de l'univers ne permettent pas de trancher entre ces deux options. Les chercheurs ont montré que les sondages qui mesurent les positions et les vitesses des galaxies distantes offrent une nouvelle approche pour percer ce mystère. La nouvelle technique est basée sur un phénomène bien connu : le déplacement des galaxies résulte de la somme de l'expansion globale de l'univers (qui éloigne les galaxies les unes des autres), et des effets dus à la matière présente dans l'environne-

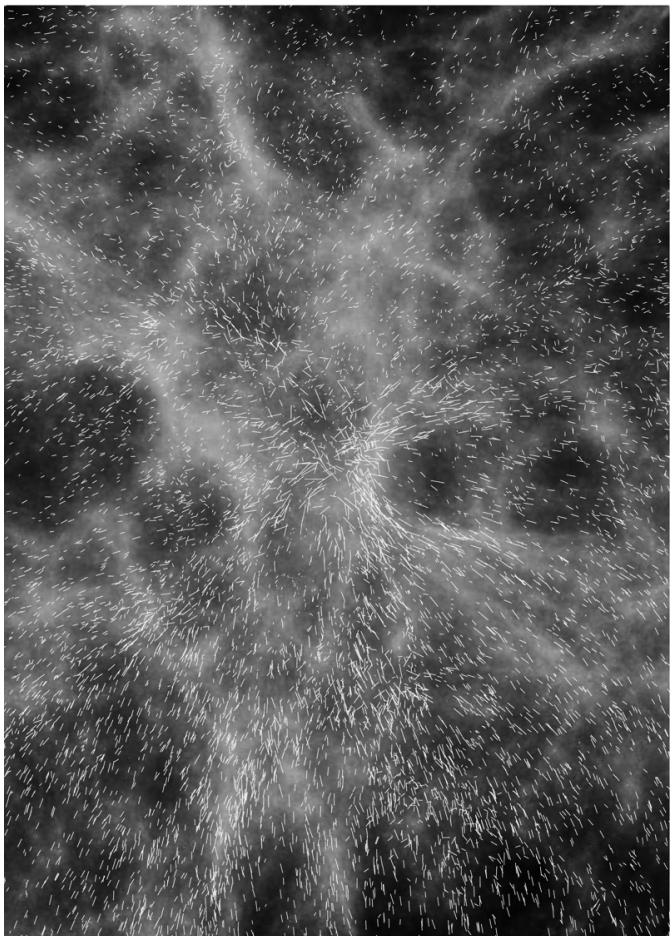


Image tirée d'une simulation numérique de la formation des grandes structures de l'Univers montrant un échantillon de 100 millions d'années-lumière et le résultat du mouvement des galaxies glissant vers la plus grande concentration de masse au centre.

(© ESO, Klaus Dolag et équipe VVDS)

ment local. À partir des vitesses d'un grand échantillon de galaxies, observées 7 milliards d'années dans le passé, on a reconstitué la structure en trois dimensions d'un volume important de l'univers lointain et ainsi observé la distribution des galaxies dans l'espace 3D.

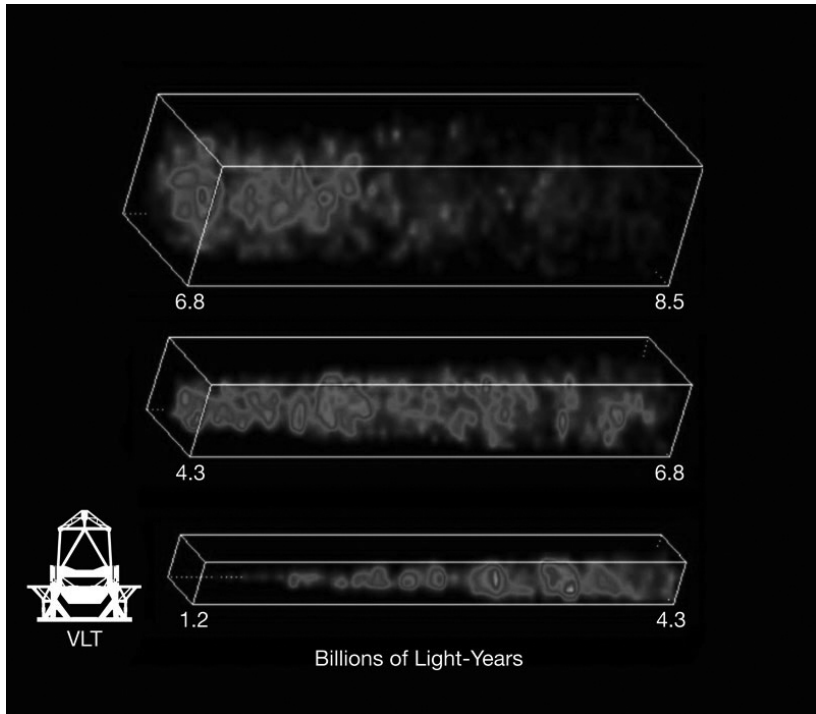
Distribution des galaxies dans le survey VVDS-Wide montrant la présence de structures à grande échelle. Le cône des données est divisé en trois sections, depuis les galaxies les plus proches (en bas) jusqu'aux plus lointaines. L'échantillon inclut des galaxies dont la lumière a voyagé de 1,3 à 8,5 milliards d'années avant de nous parvenir. (© ESO)

Les vitesses contiennent également une information sur le déplacement relatif local des galaxies. Ce dernier introduit des distorsions,

petites mais mesurables, par rapport à leur déplacement global. La mesure de ces distorsions est une façon de tester la nature de l'énergie sombre. Ce sont donc ces différences qui dévoilent aux chercheurs des informations sur les composantes de l'énergie noire.

Les mesures obtenues soulignent la nécessité d'ajouter un ingrédient supplémentaire d'énergie dans la « soupe cosmique » à partir de laquelle l'ensemble de l'univers a évolué au cours du temps. Cette conclusion renforce l'hypothèse émise ces dix dernières années, selon laquelle il serait nécessaire de prendre en compte dans les modèles une forme simple d'énergie sombre identifiée à la constante cosmologique, introduite par Albert Einstein. Avec cette nouvelle méthode, les scientifiques parviennent au même chiffre que les études précédentes, indiquant que l'énergie sombre compose 70% de l'univers.

Ces mesures n'auraient pu être possibles sans le concours du spectrographe VIMOS



installé sur Melipal, l'un des quatre télescopes du VLT de l'ESO. Elles s'inscrivent dans le cadre du sondage VIMOS VLT Deep Survey (VVDS) qui a permis d'observer le spectre de plus de 10 000 galaxies dans un champ de 4 degrés carrés (20 fois la taille de la pleine Lune), remontant à des époques allant jusqu'à plus de la moitié de l'âge de l'univers (soit environ 7 milliards d'années).

Enfin, les simulations effectuées à partir des données VVDS mettent en évidence que la technique que les chercheurs ont utilisée, appliquée à des sondages explorant des volumes dix fois supérieurs à celui couvert par le VVDS, pourra permettre de déterminer efficacement l'origine de l'accélération cosmique : provient-elle d'une forme d'énergie sombre d'origine exotique, ou une modification des lois de la gravitation est-elle nécessaire ? Les résultats encouragent donc les chercheurs à poursuivre l'exploration de l'univers par des sondages encore plus ambitieux.

NGC 1132, un fossile cosmique

La galaxie elliptique NGC1132 appartient à la classe des géantes et, avec le cortège de petites galaxies qui l'entourent, elle fait partie de ce que l'on appelle un groupe fossile, indiquant par cela que tout ce monde est le résidu d'un groupe de galaxies qui ont fusionné dans un passé plus ou moins lointain.

En lumière visible, NGC 1132 apparaît bien comme une galaxie géante et isolée. Mais ce n'est là que la pointe de l'iceberg. Les astronomes ont montré que la galaxie réside dans un énorme halo de matière noire d'une masse comparable à celle de la matière noire présente dans un amas de dizaines ou de centaines de galaxies. Le système se distingue aussi par l'émission X provenant d'une grande quantité de gaz chaud, à nouveau comparable à ce que l'on trouve dans des amas entiers. Cette émission s'étend sur une zone dix fois plus grande que les 120 000 années-lumière du rayon de la galaxie en lumière visible.

L'origine des systèmes fossiles constitue toujours une énigme. L'explication la plus logique est qu'ils sont les restes d'une cannibalisation en série par une galaxie dominante. Une autre explication moins plausible est qu'ils sont des objets très rares se formant à un moment ou dans une région où l'évolution des petites galaxies est freinée, laissant la place à un seul gros objet.

Beaucoup d'indices suggèrent que notre Voie Lactée a cannibalisé nombre de petites galaxies au cours de son histoire, et elle continue à faire place nette dans le Groupe Local.

*Sur cette image prise par le télescope Hubble, NGC 1132 est entourée de milliers de vieux amas globulaires, dansant autour d'elle comme autant d'abeilles autour d'une ruche. Ces amas globulaires sont probablement les restes de galaxies qui ont été dévorées par NGC 1132 et pourraient conduire à reconstruire l'histoire de l'amas. En arrière-plan on distingue de nombreuses galaxies très lointaines. NGC 1132 est située à environ 320 millions d'années-lumière dans la constellation de l'Eridan.
(© NASA, ESA, Hubble Heritage, STScI/AURA-ESA/Hubble Collaboration, M. West, ESO, Chile)*





Distance de RS Pup

Basé sur un communiqué de l'Observatoire de Paris

Les images obtenues à l'aide du télescope NTT de 3,60 m de l'ESO, installé à La Silla (Chili), ont permis de suivre la progression des échos de la variation lumineuse de l'étoile dans la nébuleuse de poussière entourant celle-ci. Grâce à ces observations, il est possible de déduire la distance de la céphéide à longue période RS Puppis (sa variation lumineuse a une période de 41,4 jours) avec une excellente précision.

Les céphéides sont des étoiles pulsantes très lumineuses dont la luminosité varie de manière très régulière. Le nom de Céphéide vient de l'étoile Delta Cephei, qui est située dans la constellation boréale de Céphée. Visible à l'œil nu, elle fut la première étoile de ce type découverte au XVIII^e siècle par l'An-

glais John Goodricke. Il y a près d'un siècle, l'astronome Américaine Henrietta Leavitt a publié la découverte d'une relation entre la période de variation des céphéides et leur luminosité intrinsèque. Cette relation joue encore aujourd'hui un rôle très important pour l'estimation des distances extragalactiques.

La mesure de la distance de RS Pup est particulièrement importante car, contrairement à d'autres types de mesures, elle est purement géométrique et ne repose pas sur des hypothèses sur la physique en jeu dans l'étoile elle-même.

RS Puppis est une Céphéide brillante située dans la constellation australe de la Poupe. Avec une magnitude visible de 7, elle est facilement observable à l'aide de simples jumelles. Sa luminosité varie d'environ un facteur cinq tous les 41,4 jours.

RS Pup est une étoile dix fois plus massive que le Soleil, plus de 200 fois plus grande et en moyenne 15 000 fois plus lumineuse. Il s'agit de la seule Céphéide connue qui soit entourée d'une grande nébuleuse de poussières. Cette nébuleuse, découverte en 1961 par l'astronome Suédois Bengt Westerlund, réfléchit et diffuse la lumière émise par l'étoile ce qui permet aux astronomes de visualiser les échos de la variation lumineuse de l'étoile sur la poussière et

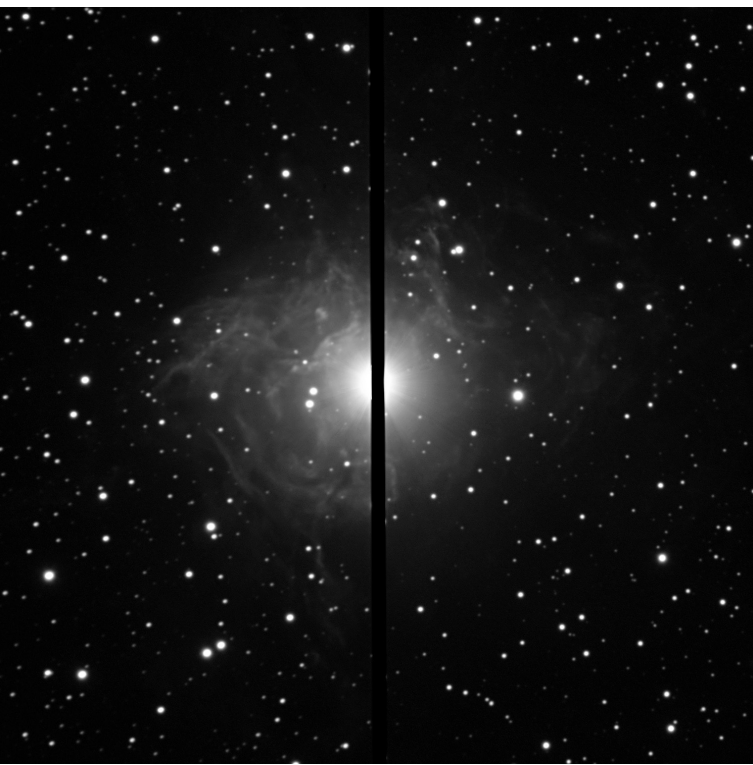


Image de la nébuleuse entourant RS Pup. La bande sombre centrale est créée par l'espace entre les deux détecteurs CCD utilisés pour cette observation. L'étoile est placée dans cet espace pour éviter une saturation du détecteur. (© ESO)

Principe de la mesure du retard dû à la propagation de la lumière sur la nébuleuse
(© ESO).

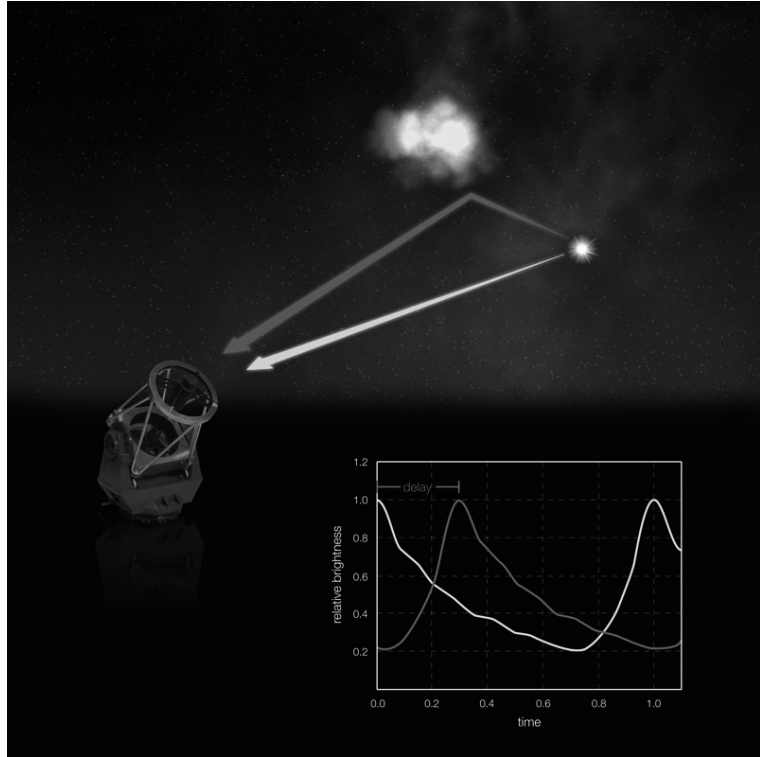
de les utiliser pour calculer sa distance.

La lumière qui a voyagé depuis l'étoile vers un grain de poussière de la nébuleuse pour finalement atteindre le télescope arrive en retard par rapport à celle qui a voyagé directement depuis l'étoile jusqu'au télescope. De ce fait, la luminosité d'une zone particulière de la nébuleuse entourant RS Pup varie avec une courbe de lumière similaire à celle de l'étoile, mais décalée dans le temps.

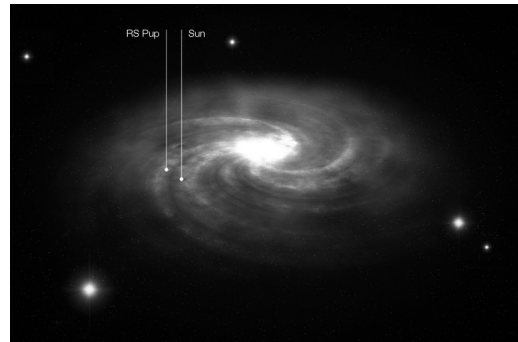
On parle d'écho de lumière par analogie avec les échos créés par la réflexion des ondes sonores (en montagne ou sur le fond d'un puits par exemple).

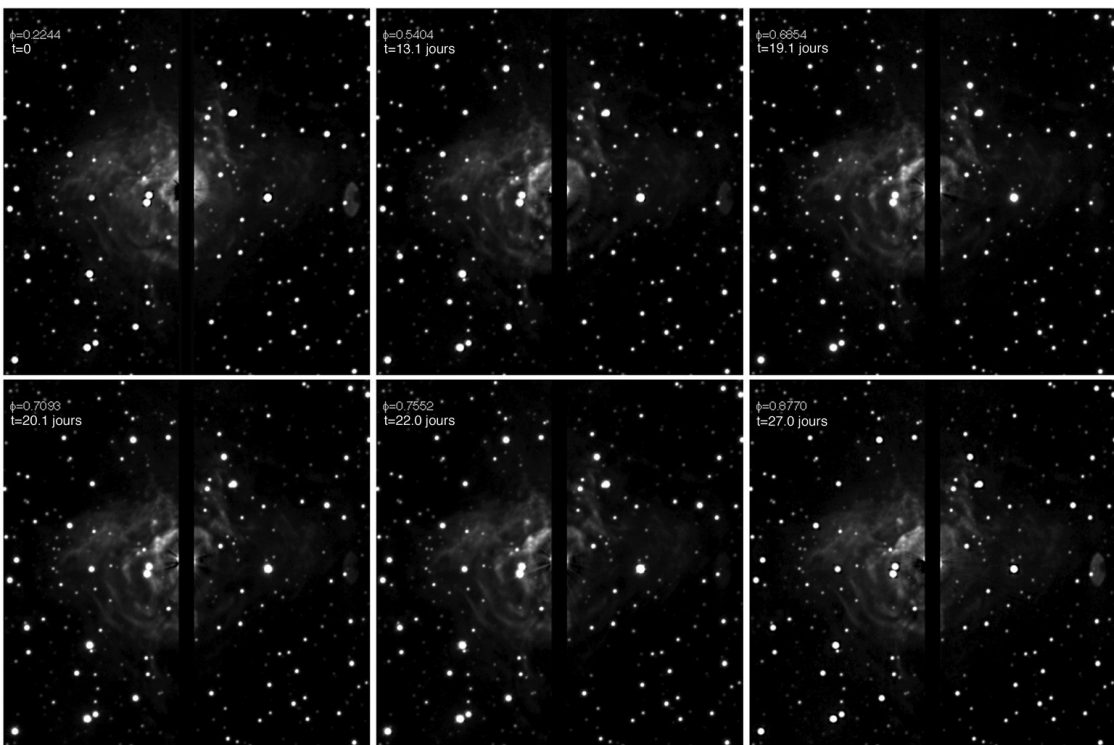
En mesurant précisément l'évolution de la luminosité des globules de poussière de la nébuleuse, les astronomes peuvent calculer la distance séparant ce globule de l'étoile centrale : il s'agit simplement du retard mesuré (en secondes), multiplié par la vitesse de la lumière (300 000 km/s). Connaissant cette distance et la séparation angulaire apparente sur le ciel entre le globule et l'étoile, il est possible de calculer immédiatement la distance nous séparant de l'étoile elle-même.

L'observation des échos de lumière sur plusieurs zones de la nébuleuse a donné une distance de 6500 années-lumière, avec une incertitude de seulement 90 années-lumière.



Vue d'artiste de la localisation de RS Pup dans notre Galaxie par rapport au Soleil (© ESO)





Séquence d'images de la nébuleuse entourant RS Pup obtenues à l'aide du télescope NTT de l'ESO. Le temps est indiqué en haut à gauche de chaque image par rapport à la première image de la série. L'étoile a été soustraite des images pour mieux visualiser la nébuleuse.

L'apparence de la nébuleuse change de manière importante au cours du temps du fait de la propagation des échos lumineux.

La connaissance de la distance d'une céphéide avec une telle précision est cruciale pour l'étalonnage de la relation période-luminosité de cette classe d'étoiles. Cette relation est encore aujourd'hui à la base de nombreuses déterminations de distances extragalactiques. La distance de RS Pup la place au quart de la distance entre le Soleil et le centre de la Voie Lactée, dans son plan.

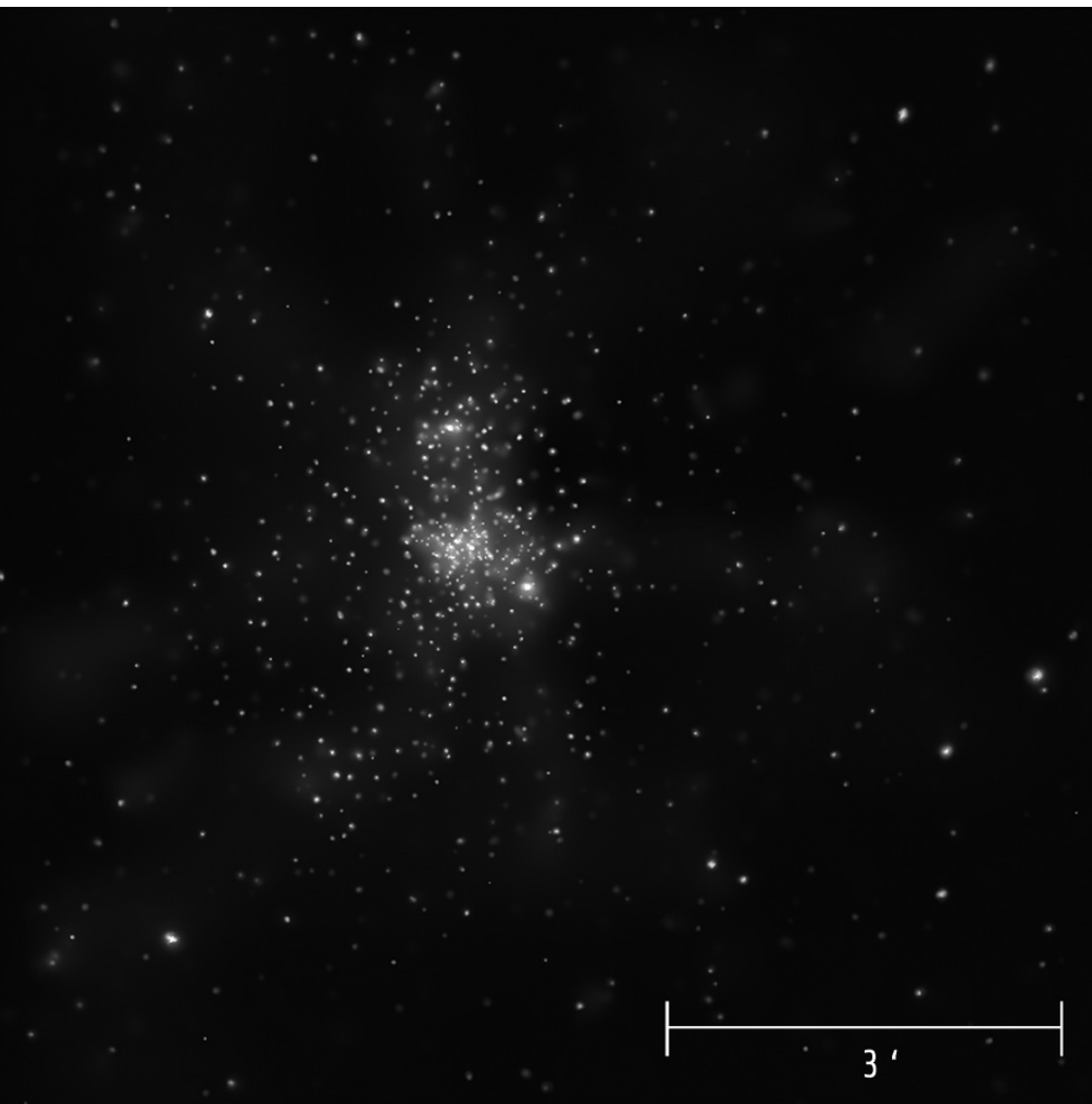
Westerlund 2

L'observatoire spatial Chandra a permis à une équipe liégeoise conduite par Yaël Nazé d'obtenir l'image la plus détaillée du jeune amas Westerlund 2 en rayons X. Ces observations ont également dévoilé le comportement étrange de WR20a, un système binaire supermassif (étoiles de 82 et 83 masses solaires): ces effets reflètent la collision des vents en provenance des deux étoiles. Une quantité importante de rayons X est émise. La collision des vents est vue sous différents angles au cours du mouvement orbital des étoiles qui se déroule en 3,7 jours. D'autres sources X intenses dans le même champ témoignent aussi de telles collisions dans des étoiles binaires massives.

Jusqu'à très récemment, on connaissait peu de choses sur cet amas âgé d'un ou deux millions d'années car il est caché derrière un

épais voile de gaz et de poussières. Grâce aux observations réalisées en rayons X et en infrarouge, on a pu percer cette brume et s'apercevoir que Westerlund 2 est l'un des amas les plus intéressants de toute la Galaxie. Ainsi, il contient quelques-unes des étoiles les plus massives et les plus lumineuses connues.

Westerlund 2 photographié en infrarouge par le télescope spatial Spitzer.





*RCW 49 est la nébuleuse (région HII) qui entoure l'amas Westerlund 2. La plupart des étoiles y sont cachées par des voiles de poussières et ne sont visibles qu'en infrarouge, comme dans cette image obtenue par l'observatoire spatial Spitzer.
(© NASA/JPL-Caltech/Univ. of Wisconsin/E. Churchwell)*

L'univers dodécaédrique

Les quinze dernières années ont vu un accroissement considérable des efforts pour déterminer la forme globale de l'univers, c'est-à-dire non seulement la courbure de l'espace mais aussi sa topologie. Le modèle cosmologique dit de « concordance » qui prévaut actuellement décrit l'univers par un espace « plat » (c'est-à-dire de courbure nulle), infini, en expansion perpétuelle accélérée. Cependant, les données délivrées entre 2003 et 2006 par le satellite WMAP de la NASA, qui ont fourni une carte à haute résolution du rayonnement de fond cosmologique (CMB), s'accordent très mal avec le modèle de concordance aux grandes échelles angulaires. Elles favorisent plutôt un espace fini, de courbure positive, et suggèrent une topologie multi-connexe.

Le CMB est le vestige de la première lumière émise peu après le Big Bang. Il est observé sur la « surface de dernière diffusion » (LSS), une sphère d'environ 50 milliards d'années-lumière de rayon qui nous entoure. Les minuscules fluctuations de température observées sur la LSS peuvent être décomposées en

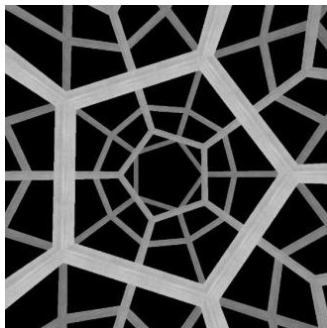
une somme d'harmoniques sphériques, tout comme le son produit par un instrument de musique peut être décomposé en harmoniques ordinaires. Les amplitudes relatives de chaque harmonique sphérique déterminent le spectre de puissance, qui est une signature de la géométrie de l'espace et des conditions physiques qui régnaient à l'époque d'émission du CMB.

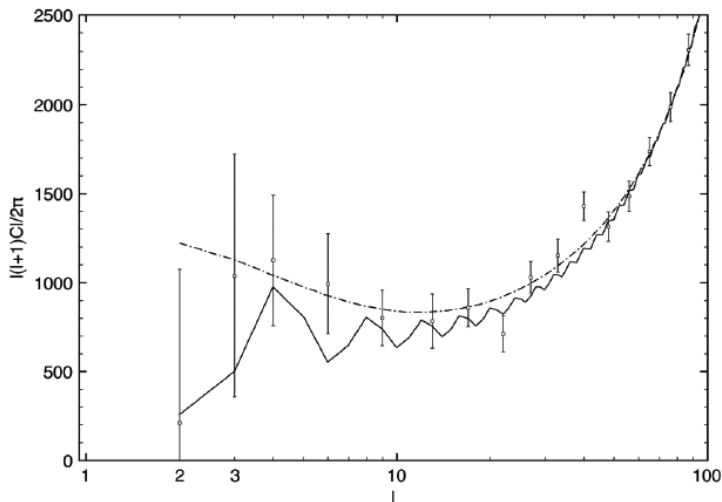
Or, la topologie cosmique prédit que tout espace physique qui serait plus petit que la LSS ne pourrait vibrer sur des longueurs d'onde plus grandes que sa propre taille. Il devrait en résulter une coupure de son spectre de puissance au-dessus d'une certaine longueur d'onde. Cette coupure aux grandes échelles a précisément été observée par la campagne d'observations 2003-2006 du télescope WMAP.

Se fondant sur la possibilité que l'espace ait une courbure positive, et en calculant certains modes vibrationnels de l'espace pour simuler le spectre de puissance, certains auteurs de la présente étude avaient déjà proposé en octobre 2003 que la topologie multi-connexe de l'espace dodécaédrique de Poincaré (PDS) était favorisée par les données de WMAP, au détriment de l'espace simplement connexe,

A gauche : L'espace dodécaédrique de Poincaré peut se décrire comme l'intérieur d'un dodécaèdre sphérique tel que, si l'on « sort » par une face pentagonale, on « rentre » immédiatement par la face opposée après une rotation de 36°. Un tel espace est donc fini, bien que sans frontière ni bord, de sorte que l'on peut y voyager indéfiniment sans obstacle. Au centre : Vue depuis l'intérieur de PDS perpendiculairement à une face pentagonale. (Obs. Paris)

L'observateur a l'illusion de vivre dans un espace 120 fois plus grand, construit comme une mosaïque de dodécaèdres empilés dont les images se répètent comme dans une galerie des glaces. À droite : vue depuis l'intérieur de PDS dans une direction arbitraire, calculée par le programme CurvedSpaces et montrant des images multiples de la Terre obtenues par mirage topologique (d'après Jeff Weeks).





Spectres de puissance comparés pour les données expérimentales de WMAP (barres d'erreur verticales), pour le modèle théorique de concordance tel que $\Omega_{tot} = 1.000$, $\Omega_{mat} = 0.27$ et $h = 0.70$ (courbe en pointillés) et pour le modèle PDS tel que $\Omega_{tot} = 1.018$ (courbe pleine).

Simulation de la surface de dernière diffusion et de ses plus proches copies dans la topologie PDS. Comme le volume de l'espace PDS ne représente que 80% du volume de la sphère LSS, celle-ci s'auto-intersecte selon six paires antipodales de cercles homologues, qui représentent les mêmes points de l'espace à une rotation de 36° près.

plat et infini stipulé par le modèle de concordance.

Le modèle PDS a depuis lors été étudié mathématiquement en grand détail par plusieurs groupes à travers le monde. Dans l'étude la plus récente, Jean Pierre Luminet et ses collaborateurs ont calculé 1,7 milliards de modes vibrationnels de PDS pour simuler avec plus de précision qu'en 2003 le spectre de puissance, sur une large gamme d'échelles angulaires. Ils ont trouvé que la diminution maximale de l'harmonique quadripolaire, telle qu'elle apparaît dans les données, requiert une densité de matière-énergie optimale de $\Omega_{\text{tot}} = 1.018$. Le spectre de puissance ainsi prédit par le modèle PDS s'accorde remarquablement avec la totalité du spectre WMAP observé.

Si l'espace physique est plus petit que l'espace observé contenu dans la sphère LSS, il doit y avoir des corrélations particulières dans le CMB, à savoir des paires de cercles « homologues » le long desquels les fluctuations de température sont les mêmes, car ils correspondent aux mêmes points physiques observés dans des directions différentes, suite à un effet de mirage topologique. La signature

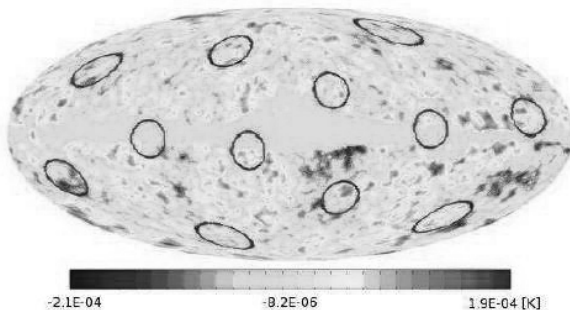
précise et définitive de la topologie PDS serait l'existence de six paires de cercles diamétralement opposés, corrélés avec une phase relative de 36° . Pour tester cette prédiction, l'équipe de chercheurs a simulé des cartes du CMB dans la topologie PDS et vérifié la présence des cercles corrélés.

Reste la question cruciale : ces paires de cercles corrélés sont-elles présentes dans les données réelles de WMAP ? Trois équipes différentes (américaine, allemande et polonaise) se sont penchées sur le problème au cours des cinq dernières années, en utilisant divers indicateurs statistiques et des simulations numériques massives. Aucune réponse claire n'émerge pour l'instant de ces travaux, car le signal topologique attendu est dégradé par divers effets cosmologiques, ainsi que par les contaminations de fond astrophysiques et les imperfections instrumentales, qui tous induisent du bruit.

C'est pourquoi une autre équipe internationale de cosmologistes conduite par B. Roukema de l'université de Torun en Pologne, a réanalysé les données WMAP à l'aide de nouvelles méthodes statistiques. Ils ont montré que les corrélations croisées entre les fluctuations de température évaluées sur les éventuelles copies multiples de la LSS entraînent une forte corrélation en faveur d'une symétrie dodécaédrique dans la carte WMAP, ainsi qu'une phase relative de 36° pour les paires de cercles homologues. En déterminant la position de ces cercles, ils ont même pu fixer l'orientation spatiale du dodécaèdre fondamental par rapport à la carte WMAP.

Vivons-nous réellement dans un espace dodécaédrique de Poincaré ? Des contraintes expérimentales futures pour ou contre le modèle seront certainement nécessaires, mais les indices en faveur d'un signal topologique PDS dans les données WMAP s'accumulent. Pour faire avancer le débat, les futures données du satellite européen Planck Surveyor (lancement prévu en juillet 2008) sont attendues avec impatience.

Position des 12 cercles corrélés trouvés récemment dans les données WMAP, en parfait accord avec le modèle PDS. Les centres des cercles correspondent aux centres des faces du dodécaèdre fondamental, déterminés par leurs coordonnées galactiques. La probabilité pour que le modèle de concordance plat et infini reproduise par hasard une telle configuration n'est que de 7%.



THINGS

Des astronomes ont utilisé le VLA (Very Large Array) pour observer 34 galaxies de divers types, situées à des distances allant de 6 à 50 millions d'années-lumière et en produire de cartes détaillées dans la raie de 21 cm de l'hydrogène neutre (HI). Le projet porte le nom de HI Nearby Galaxy Survey (THINGS).

La plupart de ces galaxies ont aussi été observées dans d'autres domaines de longueurs d'onde, par exemple avec le télescope spatial Spitzer pour l'infrarouge, ou GALEX pour l'ultraviolet.

Des résultats inédits sont déjà sortis de cette étude. Ainsi on estime mieux le seuil

de densité du gaz interstellaire qui permet la formation d'étoiles et les différences que les galaxies naines présentent avec les grandes spirales comme la nôtre dans ces processus de formation.

Les mouvements de rotation et en particulier les déviations par rapport au mouvement circulaire ont pu être étudiées en détail grâce à la précision des mesures Doppler que permet la raie 21 cm de l'hydrogène. Contrairement aux espoirs des astronomes, ces mouvements ne permettent pas de résoudre

La mesure de l'effet Doppler sur la raie 21 cm de l'hydrogène donne les vitesses de rotation des galaxies.

(© Walter et al., NRAO/AUI/NSF)

NGC 2403 — Gas and Stars



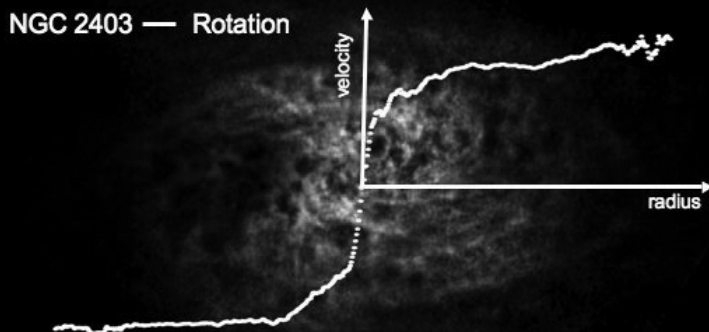
THINGS



Color Coding:

THINGS Atomic Hydrogen
(Very Large Array)
Old stars
(Spitzer Space Telescope)
Star Formation
(GALEX & Spitzer)

NGC 2403 — Rotation



Color coding:

THINGS HI distribution:

Red-shifted (receding)
Blue-shifted (approaching)
— Rotation Curve



Image credits:

VLA THINGS: Walter et al. 08
Spitzer SINGS: Kennicutt et al. 03
GALEX NGS: Gil de Paz et al. 07
Rotation Curve: de Blok et al. 08



*Les galaxies naines IC2574, à gauche, M74, vues par THINGS.
(© Walter et al., NRAO/AUI/NSF)*

un important problème cosmologique, à savoir l'impossibilité de relier la distribution de matière noire à ces mouvements au travers de simulations numériques.

Les images mettent en évidence des structures complexes du milieu interstellaire comme des bulles, ou des enveloppes, résultant probablement de l'explosion de supernovae. Elles ont aussi montré une différence fondamentale entre les galaxies proches – appartenant à « l'univers actuel » – et les galaxies beaucoup plus lointaines – celles de l'univers jeune. Ces dernières paraissent avoir été fortement brassées, sans doute parce qu'elles étaient soumises à des collisions plus fréquentes ainsi qu'aux vents émis par les étoiles massives et les supernovae.

Mercurre

Après un voyage de plus de trois ans et trois milliards de kilomètres la sonde Messenger de la NASA a survolé Mercure le

14 janvier et retransmis vers la Terre quelques nouvelles surprenantes. Plus de 1 200 images ont été obtenues, montrant une partie de la planète que Mariner n'avait pu observer dans les années 70 (voir la photo en couverture 2).

On pensait que Mercure ressemblait à la Lune. L'aspect général est certes pareil, mais il y a néanmoins de nombreuses différences. Ainsi, contrairement à la Lune, Mercure montre de hautes falaises serpentant sur des centaines de kilomètres. Des cratères d'impact se distinguent aussi très nettement de leurs homologues lunaires. Un exemple caractéristique est celui de l'Araignée. Situé au centre du bassin géant Caloris, il comprend une centaine de rainures irradiant d'une zone centrale complexe. Près du centre se trouve un cratère beaucoup plus petit dont on ne sait encore s'il est apparenté au bassin.

Mariner n'avait pu observer Caloris dans son entier. Ses dimensions sont maintenant estimées à 1 550 kilomètres ce qui en fait un des plus grands bassins du système solaire.

Le champ magnétique a été mesuré. Il sera intéressant de le comparer aux valeurs qui seront enregistrées lors des prochains survols pour suivre son évolution en fonction du vent solaire. Messenger a aussi décelé les émissions ultraviolettes du calcium, du sodium et de l'hydrogène dans l'exosphère de la planète, ou plutôt dans toute une queue exosphérique qui s'étire sur des dizaines de milliers de kilomètres.

Pour en savoir plus : suivre la conférence de Gaëtan Greco le 25 avril prochain.

Page de droite : la caméra à faible champ de MDIS (Mercury Dual Imaging System) à bord de MESSENGER a photographié « l'Araignée » au fond du bassin Caloris (© NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington)

Ci-dessous, le bassin Caloris est montré dans son ensemble sur cette mosaïque faisant appel à la fois à des images de MESSENGER (partie gauche) et de Mariner 10. Le cercle intérieur montre les dimensions estimées lors de la mission Mariner. (© NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/Brown University)

