

# L'astronomie dans le monde

*D'épais amas de poussière se profilent sur le nuage de gaz teinté de rose connu des astronomes sous l'appellation IC 2944. Ces taches opaques ressemblent à des gouttes d'encre flottant à la surface d'un cocktail de fraises; leurs formes étonnantes sont le résultat de l'action de l'intense rayonnement en provenance des jeunes étoiles brillantes situées à proximité.*

*La résolution de l'image est meilleure que la demi-seconde d'arc, ce qui est exceptionnel pour un télescope au sol.*

## **Les 15 ans du VLT**

*Basé sur un communiqué ESO*

Cette image célèbre un anniversaire important pour le Très Grand Télescope (VLT), quinze années écoulées depuis la réception de la première lumière sur le premier de ses quatre unités télescopiques, le 25 mai 1998. Depuis lors, les quatre géants originels ont été

rejoints par quatre télescopes auxiliaires qui constituent une partie de l'interféromètre du VLT (VLTI). Le VLT est l'un des instruments astronomiques au sol les plus puissants et les plus productifs en service à l'heure actuelle.

Les nuages interstellaires de poussière et de gaz constituent les berceaux de nouvelles étoiles jeunes et en pleine croissance. La nouvelle image montre l'un d'eux, IC 2944.

La nébuleuse IC 2944 est associée à l'amas d'étoiles brillantes IC 2948 et ces deux appellations sont parfois également attribuées à l'intégralité de cette région du ciel. La plupart des étoiles de cet amas lumineux apparaissent sur cette image qui offre la vision la plus nette de cet objet jamais prise depuis la Terre.

Le nuage se situe à quelque 6 500 années-lumière dans la constellation australe du Centaure, une région qui abrite de nombreuses nébuleuses semblables à celle-ci, et que les astronomes scrutent dans le moindre détail afin de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent la formation stellaire.

Des images de cette région du ciel avaient également été obtenues par le télescope spatial Hubble. Cette nouvelle image obtenue par l'instrument FORS qui équipe le VLT de l'ESO à l'observatoire de Paranal au nord du Chili couvre une section plus vaste du ciel que le Hubble et dévoile un paysage plus étendu de formation d'étoiles.

Les nébuleuses en émission telles que IC 2944 sont principalement constituées d'hydrogène dont la teinte rouge caractéristique résulte de la fluorescence sous l'intense rayonnement de nombreuses étoiles jeunes et brillantes. De ce fond lumineux se détachent nettement de mystérieux globules sombres de poussière opaque, des nuages froids baptisés globules de Bok. Leur appellation fait référence à l'astronome Américano-Hollandais Bart Bok, qui fut le premier, dans les années 1940, à les assimiler à des sites potentiels de formation stellaire.

Cet ensemble particulier constitue les globules de Thackeray, du nom de l'astronome britannique qui les a découverts en 1950 depuis l'Afrique du Sud.

Souvent les globules de Bok de plus grandes dimensions, situés dans des régions isolées, s'effondrent pour donner lieu à de nouvelles étoiles, mais ceux qui apparaissent sur cette photo sont soumis à l'intense bombardement du rayonnement ultraviolet en provenance des jeunes étoiles chaudes situées à proximité. Ils sont à la fois érodés et fragmentés, à l'image de morceaux de beurre déposés dans une poêle chaude. Il est fort probable que les globules de Thackeray soient détruits avant qu'ils ne s'effondrent et ne forment des étoiles.

Les globules de Bok ne sont pas faciles à étudier. Leur opacité en rend la structure interne inobservable dans le domaine optique. L'utilisation d'autres outils s'avère nécessaire pour percer leurs secrets – des observations dans les parties infrarouge ou submillimétrique du spectre par exemple, domaines dans lesquels les nuages de poussière apparaissent brillants en dépit de leur température de quelques degrés Kelvin seulement. Les études des globules de Thackeray ont confirmé l'absence de formation d'étoiles en leur sein.



*Le VLT s'apprête à une nuit d'observation.*

## Régime hyposodique

*Basé sur un communiqué ESO*

Les astronomes pensent qu'à la fin de leur vie les étoiles semblables au Soleil expulsent une grande partie de leur atmosphère. Mais de nouvelles observations d'un vaste amas d'étoiles effectuées au moyen du VLT de l'ESO ont montré que la majorité des étoiles étudiées n'atteignaient jamais ce stade évolutif. Il semble que la quantité de sodium dans les étoiles constitue un très bon indicateur de leur comportement en fin de vie.

On pensait comprendre le scénario évolutif des étoiles. Les modèles prévoient que les étoiles de masse semblable à celle du Soleil avaient en fin de vie un dernier embrasement nucléaire et expulsaient une grande partie de leur masse sous forme de gaz et de poussière.

Cette matière expulsée entre dans la constitution des générations suivantes d'étoiles et permet d'expliquer l'évolution de la composition chimique de l'Univers. Ce processus est également à l'origine de la formation des planètes et des ingrédients nécessaires à l'apparition de la vie organique.

Dans d'anciens articles, une hypothèse avait été émise selon laquelle certaines étoiles pourraient ne pas suivre les règles établies et s'affranchir complètement d'une phase de l'évolution dite « AGB » (asymptotic giant branch, en rapport avec leur position dans le diagramme Hertzsprung-Russell). Cette hypothèse a été testée en observant avec le VLT l'amas globulaire NGC 6752 situé dans la constellation australe du Paon. Ce vaste ensemble d'étoiles est constitué d'une première génération d'étoiles très âgées et d'une seconde génération qui s'est formée un peu plus tard. Les deux générations diffèrent l'une de l'autre par les quantités de sodium qui les composent – quantités que les données extrêmement précises fournies par le VLT permettent de déterminer.

Les résultats ont été surprenants – toutes les étoiles AGB de l'étude étaient des étoiles de première génération conte-

nant de faibles quantités de sodium et aucune des étoiles de seconde génération constituées d'une plus grande proportion de sodium n'est passée par la phase AGB. Au moins 70 % des étoiles n'ont pas expérimenté la phase finale d'embrasement nucléaire et de perte de masse.

Il semble que les étoiles aient besoin d'une faible abondance de sodium pour atteindre la phase AGB à la fin de leur existence. Cette observation est importante pour plusieurs raisons. Ces étoiles sont les plus brillantes des amas globulaires – il y aurait donc 70 % d'étoiles brillantes de moins que ne le prévoit la théorie. Cela signifie également que les modèles numériques d'étoiles sont incomplets et doivent être contraints. Il ne semble pas que la concentration en sodium soit elle-même à l'origine de ce comportement différent, mais qu'elle soit intimement liée à la cause sous-jacente – qui demeure mystérieuse.

Il est raisonnable de penser que les étoiles qui ne passent pas par la phase AGB évolueront directement en naines blanches riches en hélium et se refroidiront lentement au fil des milliards d'années.



*L'amas globulaire NGC6752*



## **Un nouveau type d'étoiles variables**

*Basé sur un communiqué ESO*

Les Suisses sont à juste titre réputés pour leur savoir-faire en matière de création d'éléments technologiques d'une extrême précision. Une équipe suisse de l'observatoire de Genève est parvenue à atteindre une précision extraordinaire en utilisant un télescope relativement petit (le télescope « Euler » de 1,2 mètre, à La Silla) dans le cadre d'un programme d'observation développé sur plusieurs années. Ils ont découvert une nouvelle classe d'étoiles variables en mesurant d'infimes variations de la luminosité de certaines étoiles.

Les nouveaux résultats reposent sur des mesures régulières de la brillance de plus de trois mille étoiles situées dans l'amas ouvert NGC 3766 sur une période de sept ans. Cet amas se situe à environ 7 000 années-lumière de la Terre dans la constellation australe du Centaure et son âge est estimé à environ 20 millions d'années.

Les observations révèlent une propriété inattendue de 36 des étoiles de l'amas – d'infimes variations de leur luminosité, de l'ordre de 0,1 % de la brillance normale des étoiles. La périodicité de ces variations est comprise entre deux et vingt heures. Les étoiles sont légèrement plus chaudes et brillantes que le Soleil, mais présentent des propriétés classiques en apparence. Une appellation doit à présent être attribuée à cette nouvelle classe d'étoiles variables.

Le niveau de précision qui caractérise ces mesures est deux fois supérieur à celui atteint dans le cadre d'études comparables basées sur l'utilisation d'autres télescopes – et suffisante pour révéler, pour la toute première fois, l'existence de ces infimes variations.

De nombreuses étoiles sont connues pour être variables ou pulsantes. L'origine de ces variations

de luminosité est liée, de manière complexe, à leurs propriétés internes. +L'étude de ces phénomènes a donné lieu au développement d'une toute nouvelle branche de l'astrophysique, l'astérosismologie, qui permet aux astronomes « d'écouter » ces vibrations stellaires afin de sonder les propriétés physiques des étoiles et de mieux connaître leur fonctionnement interne.

L'existence même de cette nouvelle classe d'étoiles variables constitue un challenge pour les astrophysiciens. Les modèles théoriques actuels prévoient que leur lumière n'est pas censée varier périodiquement. Bien que l'origine de leur variation demeure inconnue, une hypothèse fort séduisante se fait jour : quelques-unes des étoiles semblent être dotées d'une rotation rapide. Elles tournent à des vitesses correspondant à plus de la moitié de leur vitesse critique, seuil à partir duquel les étoiles deviennent instables et éjectent leur matière dans l'espace. La rotation rapide a un impact important sur leurs propriétés internes, mais il n'est pas encore possible d'en modéliser les effets sur la luminosité.



*L'amas NGC 3766*

## HD 95086 b

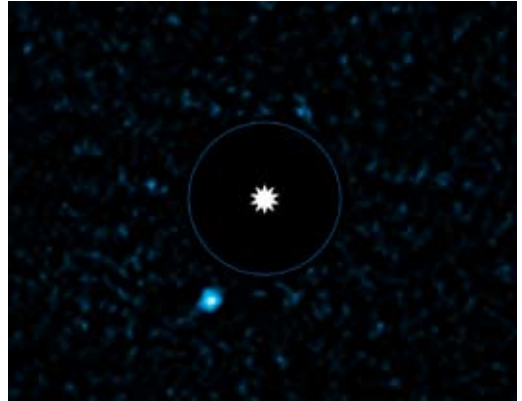
*Basé sur un communiqué ESO*

Le VLT de l'ESO a photographié un objet faiblement lumineux en mouvement à proximité d'une étoile brillante. Dotée d'une masse voisine de quatre ou cinq fois celle de Jupiter, il s'agirait de la planète la moins massive située à l'extérieur de notre Système solaire et découverte au moyen d'observations par imagerie directe. Cette découverte apporte une contribution importante à notre compréhension de la formation et de l'évolution des systèmes planétaires.

Près d'un millier d'exoplanètes ont été découvertes à ce jour au moyen de méthodes indirectes – bien souvent basées sur la vitesse radiale ou le transit – et de nombreuses autres candidates attendent la confirmation de leur découverte. Une vingtaine d'exoplanètes seulement ont fait l'objet d'observations par imagerie directe. Neuf ans après l'obtention de la première image d'une exoplanète par le VLT, le compagnon planétaire de la naine brune 2M1207, des astronomes ont photographié le moins massif de ces objets. Il est cependant possible que Fomalhaut b ait une masse encore plus faible, mais sa luminosité semble être affectée par la réflexion de la lumière par la poussière environnante, ce qui rend la détermination de sa masse incertaine.

Sur les nouveaux clichés, la planète apparaît sous l'aspect d'un point peu lumineux à proximité de l'étoile jeune HD 95086. Un cliché ultérieur montre qu'elle s'est lentement déplacée dans le ciel par rapport à l'étoile. Cela signifie que l'objet, désigné sous l'appellation HD 95086b, est en orbite autour de l'étoile. Enfin, sa brillance nous informe sur sa masse. On l'estime à quatre ou cinq fois seulement celle de Jupiter.

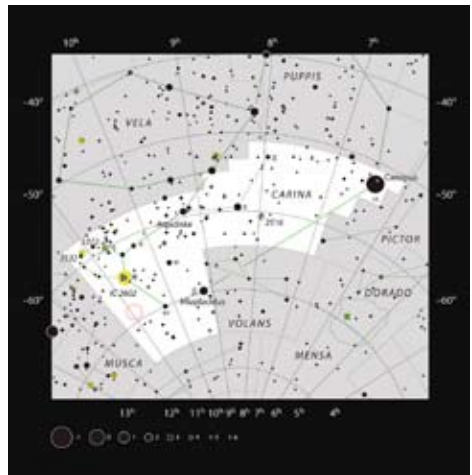
L'équipe a utilisé NACO, l'instrument d'optique adaptative installé sur l'un des quatre télescopes de 8,2 mètres du VLT de l'ESO. Cet instrument permet aux astronomes de s'affranchir de la quasi-totalité des effets de flou causés par l'atmosphère et d'obtenir des images dotées d'une très grande résolution. Les observations ont été effectuées en lumière



*Image de HD 95086b acquise avec le VLT. L'étoile elle-même a été effacée au cours du traitement pour faire ressortir la planète. Le cercle bleu a les dimensions de l'orbite de Neptune. (ESO)*

infrarouge au moyen d'une technique d'imagerie différentielle qui augmente le contraste entre la planète et l'étoile hôte de brillance élevée.

La planète se trouve à 56 fois la distance Terre-Soleil de son étoile, soit deux fois la distance Neptune-Soleil. L'étoile elle-même



*Champ de HD 95086 dans la Carène. (ESO, IAU, Sky & Telescope)*

est légèrement plus massive que le Soleil et est entourée d'un disque de débris. Ces propriétés ont permis aux astronomes de l'identifier comme candidate idéale pour abriter de jeunes planètes massives. Le système se situe à environ 300 années-lumière de la Terre.

La jeunesse de cette étoile, âgée de 10 à 17 millions d'années seulement, conduit les astronomes à penser que la planète s'est probablement formée au sein du disque de gaz et de poussière qui entoure l'étoile. Sa position actuelle soulève des questions relatives à son processus de formation. Il est possible qu'elle se soit constituée à partir de l'agrégation de roches. Autour de ce noyau solide les gaz environnants se sont lentement accumulés au point de former une atmosphère épaisse. Il est également possible que la planète se soit constituée à partir d'un amas de gaz né d'instabilités gravitationnelles dans le disque. Les interactions entre la planète et le disque lui-même ou avec d'autres planètes ont pu contribuer au déplacement de la planète de son lieu de naissance.

On estime la température de surface de HD 95086b à environ 700 degrés Celsius. C'est suffisamment froid pour que de la vapeur d'eau et peut-être du méthane soient présents dans l'atmosphère. Ce sera un objet très intéressant à étudier avec l'instrument SPHERE qui bientôt équipera le VLT. Peut-être révélera-t-il l'existence de planètes internes dans le système ?

### ***TW Hydrae***

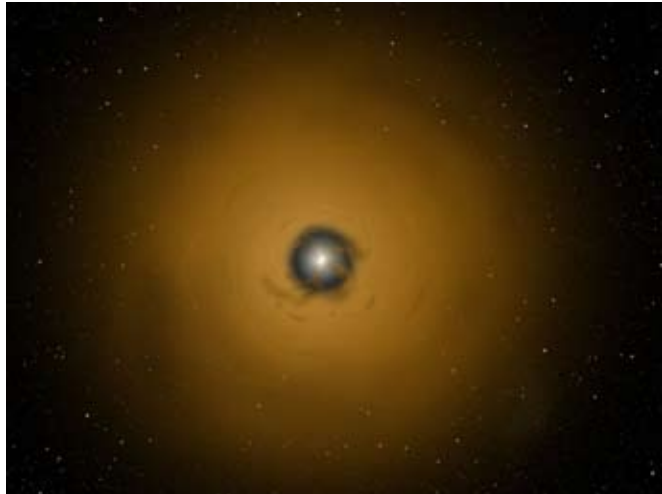
Faute de machine à remonter le temps, l'étude d'un astre comme TW Hydrae permet de se faire une idée de la formation du Système solaire.

Située à 190 années-lumière dans l'Hydre, TW Hya est une étoile orange, de type K, et n'est âgée que d'une dizaine de millions d'années de sorte qu'elle est encore en train d'accréter de la matière aux dépens d'un disque circumstellaire – disque susceptible de contenir des bébés-planètes.

Le disque ne s'étend pas directement depuis la surface de l'étoile et celle-ci ne peut donc pas puiser directement dedans pour assouvir son appétit. Le transfert de matière s'effectue d'une façon détournée vers les pôles, via les lignes de force du champ magnétique. L'étude du disque de poussière entourant TW Hydrae montre un processus d'accrétion chaotique et prouve l'interaction entre le disque et le champ magnétique de l'étoile.

Par bonheur, l'axe de rotation de TW Hydrae est dirigé vers nous, ce qui nous donne une vue plongeante sur l'un des pôles et nous place aux premières loges pour étudier le processus d'accrétion.

La matière tombant sur l'étoile crée une onde de choc où elle s'échauffe jusqu'à 3 millions de degrés et émet dans le domaine des rayons X de haute énergie. Arrivant plus près



***TW Hydrae. Vue d'artiste montrant le système au-dessus d'un pôle. Des courants de gaz convergent vers l'étoile depuis le disque protoplanétaire. Le processus est chaotique et son étude donne une idée du Système solaire lorsqu'il avait dix millions d'années. (David A. Aguilar, CFA)***

de la surface, le gaz se refroidit et son rayonnement passe progressivement du domaine X au visible.

Toute la chute du gaz a pu ainsi être suivie en combinant des télescopes spatiaux et des télescopes terrestres. Cela a conduit les astronomes à découvrir que le processus d'acréation est éminemment variable. Il peut changer considérablement d'un jour à l'autre et le débit de gaz peut varier d'un facteur 5 en quelques heures. Des bouffées de vent stellaire peuvent repousser la nouvelle matière et celle-ci peut s'insinuer vers l'étoile au travers de protubérances et d'arches magnétiques géantes.

Les astronomes savaient que les étoiles jeunes sont bien plus actives magnétiquement qu'un astre rassis comme le Soleil. Ils ont maintenant la possibilité de vérifier cela en scrutant les interactions entre le champ magnétique et le disque protoplanétaire.

### ***Naissance d'une étoile massive***

*Basé sur un communiqué ESO*

Les étoiles les plus massives et les plus brillantes de la galaxie naissent au sein de nuages froids et sombres. Ce processus demeure non seulement enveloppé de poussière mais également de mystère. Deux théories expliquent le processus de formation des étoiles les plus massives. L'une suggère qu'un nuage se fragmente et que ces morceaux s'effondrent pour former les étoiles. L'autre scénario invoque l'effondrement du nuage entier sur lui-même ; la matière s'accumule au centre et s'agglomère en un ou plusieurs mastodontes.

Des observations effectuées au moyen du télescope spatial Spitzer de la NASA et de l'observatoire spatial Herschel avaient déjà révélé le caractère exceptionnel de SDC335.579-0.292 : un ensemble dense et obscur de filaments de gaz et de poussière situé à 11 000 années-lumière. Le réseau ALMA a permis d'observer dans le détail, tant la quantité de poussière

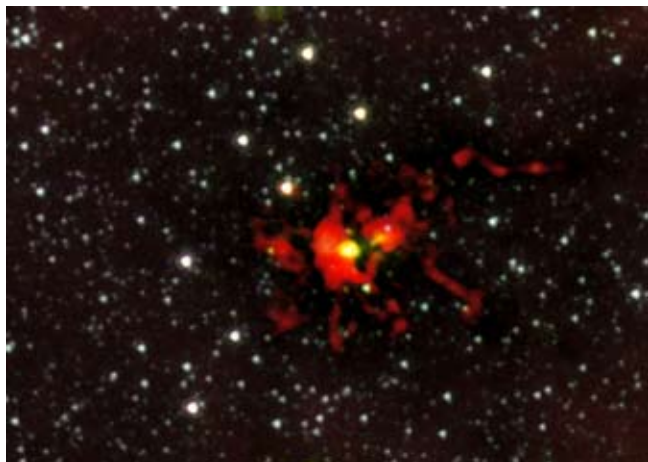
que le mouvement du gaz autour du nuage sombre, révélant ainsi un véritable monstre : le plus vaste noyau protostellaire jamais découvert dans la Voie lactée.

Cette étoile embryonnaire a une masse supérieure à 500 fois celle du Soleil. Les observations d'ALMA montrent que de la matière continue de tomber, accroissant encore sa masse. Cette matière s'effondrera peut-être pour former une jeune étoile de masse voisine de 100 masses solaires. Seule une étoile de la Voie lactée sur 10 000 environ devient aussi lourde.

Ces étoiles ne sont pas seulement rares, leur naissance est également extrêmement rapide et leur enfance très courte. Découvrir un objet si massif au premier stade de son évolution constitue donc un superbe résultat.

Les observations d'ALMA montrent qu'une importante quantité de gaz tombe sur la région centrale. Cette observation plaide nettement en faveur de l'hypothèse selon laquelle la formation des étoiles massives résulte d'un effondrement global, plutôt que de la fragmentation du nuage primordial.

***Cette image du nuage SDC 335.579-0.292 combine des données provenant d'ALMA et du télescope spatial infrarouge Spitzer. (ALMA/ ESO/NRAJ/NRAO/NASA/ Spitzer/JPL-Caltech/GLIMPSE)***



**EBL**

L'atténuation des rayons gamma de haute énergie provenant de trous noirs supermassifs permet d'estimer le rayonnement de fond extragalactique - l'« EBL », qui représente la totalité du rayonnement émis par toutes les galaxies de l'univers observable, dans toutes les longueurs d'ondes et sur toute l'histoire du cosmos. L'atténuation affecte les photons de plus de 30GeV en les convertissant en paires électron-positron. Il suffit ainsi de mesurer les rayons gamma de haute énergie provenant de blazars situés à différentes distances – et donc de différents âges – pour déterminer l'EBL. Les astronomes ont réussi à le faire jusqu'à une distance de cinq milliards d'années-lumière, le maximum accessible avec la technologie actuelle. Pour cela, des blazars (des quasars particuliers) ont été observés en rayons X avec les satellites Fermi, Swift et Rossi. Les modèles ont permis d'estimer l'émission gamma qu'ils devraient théoriquement avoir. Ces valeurs ont été comparées aux mesures des rayons gamma effectuées par les télescopes Čerenkov au sol, donnant ainsi leur atténuation.

Ces mesures indirectes de l'EBL sont en accord avec les surveys de galaxies et les théories d'évolution des galaxies. Elles suggèrent que les galaxies faibles ne contribuent pas notablement à l'EBL, et donc que les surveys plus profonds ne changeront pas beaucoup les résultats.

**Flashes radio**

Le grand radiotélescope de Parkes a permis l'identification de flashes très brefs provenant des confins de l'Univers. En cherchant parmi les archives générées par l'instrument australien, les astronomes en ont trouvé quatre exemples. L'interaction des photons avec des électrons dans leur trajet à travers le cosmos entraîne un ralentissement dont l'importance dépend de la fréquence. Les basses fréquences sont plus étalées que les hautes. La dispersion des flashes est si grande que les électrons de la Voie lactée ne peuvent en expliquer qu'une petite partie, tout au plus quelques pour cent. Il faut donc admettre que ces signaux viennent

de beaucoup plus loin, entre 5 et 10 milliards d'années-lumière.

Les flashes ne durent que quelques millièmes de secondes et l'on estime qu'il en apparaît un toutes les dix secondes environ. Leur origine est encore mystérieuse mais il pourrait s'agir de magnétars.

Les astronomes espèrent observer de nouveaux flashes radio, et en trouver la contrepartie optique. Cela permettrait peut-être d'identifier leur source et leur distance. En plus de résoudre le mystère de leur origine, cette information donnerait, par le biais de la dispersion électronique, la densité électronique dans l'Univers et donc celle des baryons (protons et neutrons). Cette nouvelle population d'objets pourrait ainsi aider à résoudre le mystère des baryons manquants : il n'y a pas assez de baryons dans les galaxies par rapport à ce que suggère l'observation de l'Univers jeune.

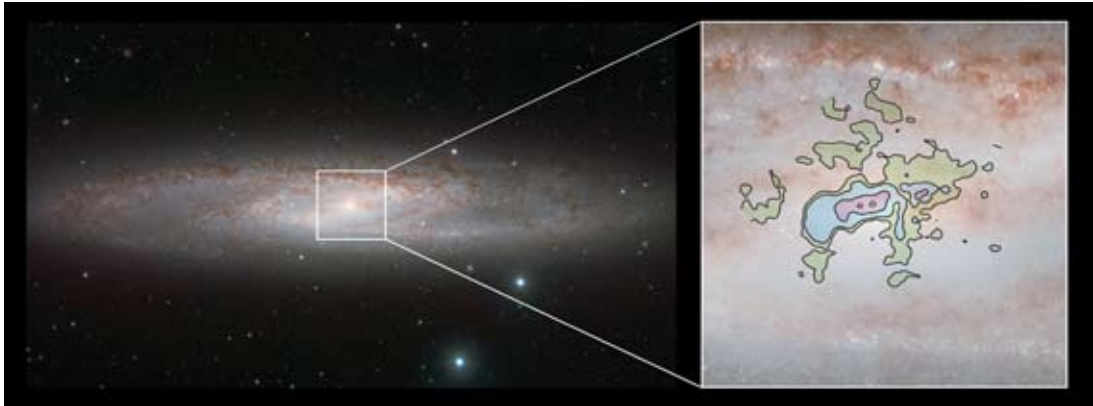
**Naine brune**

Une planète de masse relativement faible a été détectée à moins d'une unité astronomique de la naine brune OGLE-2012-BLG-0358Lb. Cela suggère qu'elle s'est formée dans un disque protoplanétaire, comme les systèmes planétaires classiques. Les compagnons de naines brunes identifiés jusqu'à présent s'expliquaient plutôt par une origine analogue à celle des étoiles binaires. La découverte a été faite grâce au phénomène de micro-lensing.

**Galaxies massives manquantes**

Des images spectaculaires prises avec ALMA montrent d'énormes quantités de gaz éjectées par les régions de formation d'étoiles de la galaxie du Sculpteur. Pour la première fois on a pu clairement distinguer les enveloppes massives de gaz froid éjectées par des étoiles naissantes et suivre les différentes étapes du processus qui conduit à l'échappement éventuel du gaz galactique. La quantité de gaz mesurée suggère que certaines galaxies en pleine croissance expulsent davantage de gaz qu'elles n'en reçoivent. Les modèles numériques prédisent que les galaxies plus anciennes et plus rouges doivent être plus massives et contenir bien plus d'étoiles que ce que l'on





*Comparaison de la vue infrarouge de NGC253 obtenue au moyen du télescope VISTA (à gauche) et de la cartographie des jets de gaz froid à des longueurs d'onde millimétriques obtenue par ALMA. (ESO/ALMA/NAOJ/NRAO/J. Emerson/VISTA)*

observe. Mais les vents galactiques peuvent vider les galaxies du carburant nécessaire à la formation de prochaines générations d'étoiles. Ainsi d'énormes quantités de gaz – au moins dix masses solaires par an – sont éjectées de la galaxie du Sculpteur à des vitesses comprises entre 150 000 et 1 000 000 de kilomètres par heure. À ce rythme-là, la galaxie manquerait de gaz d'ici moins de 60 millions d'années.

Il se peut cependant que ces vitesses soient insuffisantes pour que le gaz s'échappe de la galaxie. Il resterait emprisonné dans le halo galactique pendant plusieurs millions d'années avant de retomber sur le disque et de générer de nouveaux sursauts de formation stellaire.

### **Big Bang**

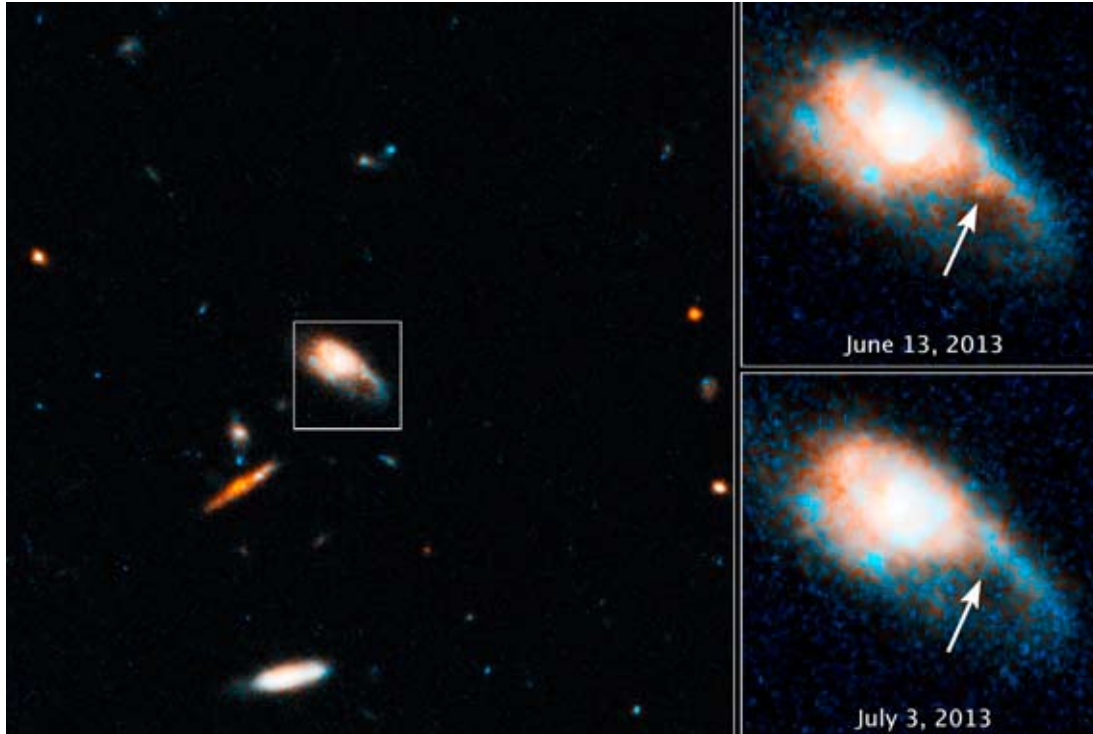
Le South Pole Telescope a permis aux astronomes de détecter pour la première fois une polarisation (« mode B ») du fond cosmologique diffus, un effet causé par l'interaction gravitationnelle de la matière sur le rayonnement micro-onde vestige du Big Bang.

L'étude des modes-B devrait permettre d'importantes avancées en cosmologie et en physique des particules.

### **L'or et les sursauts gamma courts**

L'étude du sursaut gamma GRB 130603B renforce l'idée selon laquelle les GRB courts sont dus à la collision entre étoiles à neutrons. L'origine de ces sursauts était longtemps restée mystérieuse, même si certains arguments plaidaient déjà en faveur de la collision entre deux astres. Les sursauts longs, par contre, sont généralement attribués à l'effondrement d'étoiles très massives.

L'éclair de rayons gamma fut très bref, moins de deux dixièmes de seconde, mais il s'est accompagné d'une lueur essentiellement infrarouge qui a décliné en intensité beaucoup plus lentement. Cet « afterglow » infrarouge n'avait pas le même comportement que sa contrepartie dans le visible, due aux jets de particules émis par le GRB et heurtant le milieu environnant. En infrarouge, on assiste plutôt à la décroissance d'un élément radioactif. Un tel comportement était prévu par la théorie et fait appel au phénomène de kilonova, une explosion cosmique mille fois plus forte qu'une nova typique, mais 10 à 100 fois moins puissante qu'une supernova. Cette explosion est le résultat de la collision d'étoiles à neutrons et elle produit énormément de matière riche en neutrons ce qui permet de créer



*Le sursaut gamma GRB 130603B a eu lieu le 3 juin 2013 dans la galaxie SDS J112848.22+170418.5, à près de 4 milliards d'années-lumière. Une image obtenue par le télescope spatial Hubble le 13 juin montre une lueur infrarouge à l'endroit du GRB (image de droite en haut). Le 3 juillet, l'intensité de la lueur avait fortement diminué. (NASA, ESA, University of Leicester, STScI, University of Warwick)*

des éléments radioactifs dont la désintégration s'accompagne d'une lueur à prédominance infrarouge.

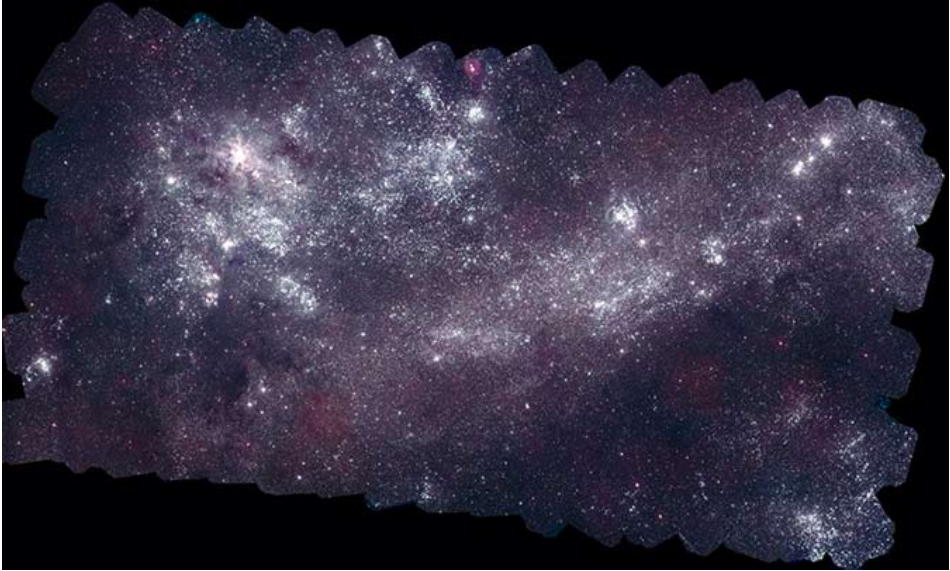
GRB 130603B a dû créer de grandes quantités d'éléments très lourds – jusqu'à dix fois la masse de la Lune en or. L'or ne peut se synthétiser dans des étoiles. La collision d'étoiles à neutrons est donc peut-être à l'origine de tout l'or de l'Univers.

### **Cartes UV de galaxies**

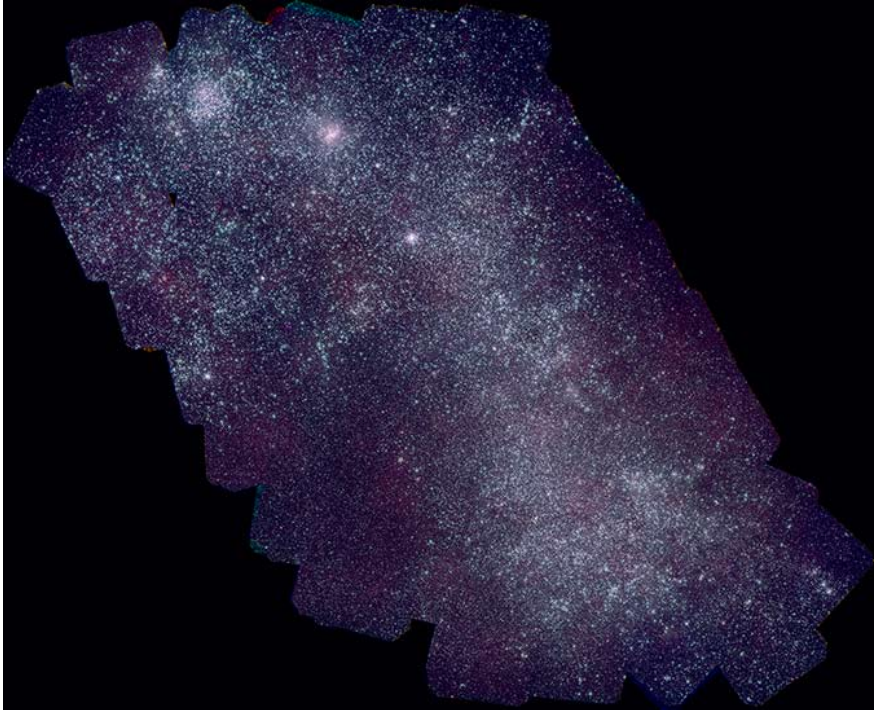
Le télescope spatial Swift a permis de créer les cartes les plus détaillées en ultraviolet des Nuages de Magellan. Des milliers d'images ont été assemblées en deux mosaïques de, respectivement, 160 et 57 mégapixels pour le Grand (LMC) et le Petit Nuage (SMC), le tout avec une résolution de 2,5 secondes d'arc.

L'analyse des images révèle un million de sources UV dans le LMC et 250 000 dans son petit frère, le domaine spectral s'étendant de 1 600 à 3 300 Å, une région inaccessible depuis le sol.

Les deux petites galaxies sont situées à 163 000 (LMC) et 200 000 (SMC) années-lumière. Le LMC est dix fois plus petit que la Voie lactée et cent fois moins massif. Le SMC est encore deux fois plus petit et plus léger d'un tiers.

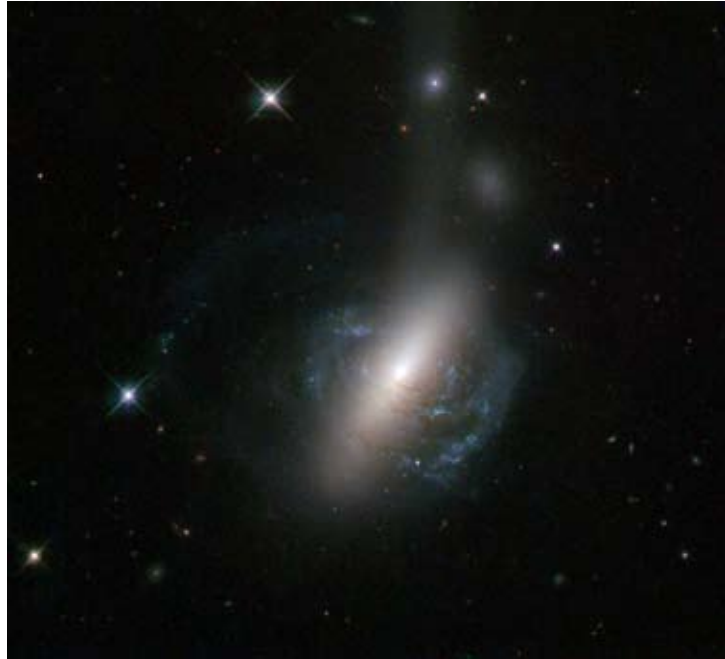


*Les Nuages de Magellan vus par Swift*



***Collision galactique vue par le HST. (ESA/HST, NASA, Luca Limatola)***

Les images ont été prises dans trois bandes centrées aux longueurs d'onde de 1928, 2246 et 2600 Å. L'ultraviolet permet de supprimer la contribution d'étoiles banales comme le Soleil qui émettent surtout dans les longueurs d'onde plus grandes. On obtient ainsi une meilleure vue des étoiles très chaudes et des zones de formation stellaire, une information essentielle pour l'étude des galaxies. Il est bien sûr dommage que l'on ne puisse faire la même chose pour notre propre galaxie, la Voie lactée.



***Collision galactique***

Une nouvelle image du télescope spatial Hubble montre une collision en train de se produire entre deux galaxies, une spirale et une lenticulaire. On y voit les bras de la spirale encerclant le bulbe de l'autre galaxie. Une multitude d'étoiles se sont fait éjecter en une traîne gigantesque s'étendant vers le haut de l'image. Un point brillant (ESO 576-69) de cette traîne est probablement ce qu'il reste du noyau de la spirale.

***Plus récents que le fond cosmique micro-onde (CMB), les fonds X (CXB) et infrarouge (CIB) sont dus aux premiers trous noirs et aux premières étoiles. (Karen Teramura, UHIFA)***

***Trous noirs***

La comparaison des données X et infrarouges des télescopes spatiaux Chandra et Spitzer relatives à une même région du ciel suggère qu'une source infrarouge sur cinq est un trou noir. Ces trous noirs étaient actifs à l'époque des premières étoiles.





Le fond cosmique infrarouge (CIB) est la lumière totale émise dans l'Univers à l'époque où les premières structures apparaissent. Les astronomes pensent que ce rayonnement provient d'amas d'étoiles massives des premières générations ainsi que de trous noirs qui émettent intensément en accrétant du gaz. Les télescopes les plus puissants ne peuvent observer ces sources individuelles mais l'étude de la lueur globale donne des indications sur les contributions respectives des diverses sources.

Parmi les observations des télescopes spatiaux Spitzer (infrarouge) et Chandra (X), les astronomes ont trouvé une région commune de la taille apparente de la Pleine Lune qui avait bénéficié de poses particulièrement profondes. En supprimant la contribution des sources ponctuelles, on a pu analyser le fond de rayonnement et il est apparu qu'une forte proportion de trous noirs était nécessaire pour produire les intensités observées dans les différents domaines.

### **Étoiles naines**

La limite entre les plus petites vraies étoiles (naines rouges) et les fausses grosses planètes (naines brunes) a été estimée avec précision. Elle correspond à un diamètre qui n'est que 8,7 % de celui du Soleil. La température est de 2 000 K et l'éclat 0,00125 % de celui du Soleil. Les vraies grosses planètes peuvent être plus volumineuses que cela, mais leur masse et leur densité sont alors nettement plus faibles.

*Comparaison des couleurs des planètes du Système solaire et de HD 189733b. Le bleu profond de l'exoplanète est dû aux gouttelettes de silicate. (NASA, ESA, A. Feild, STScI)*

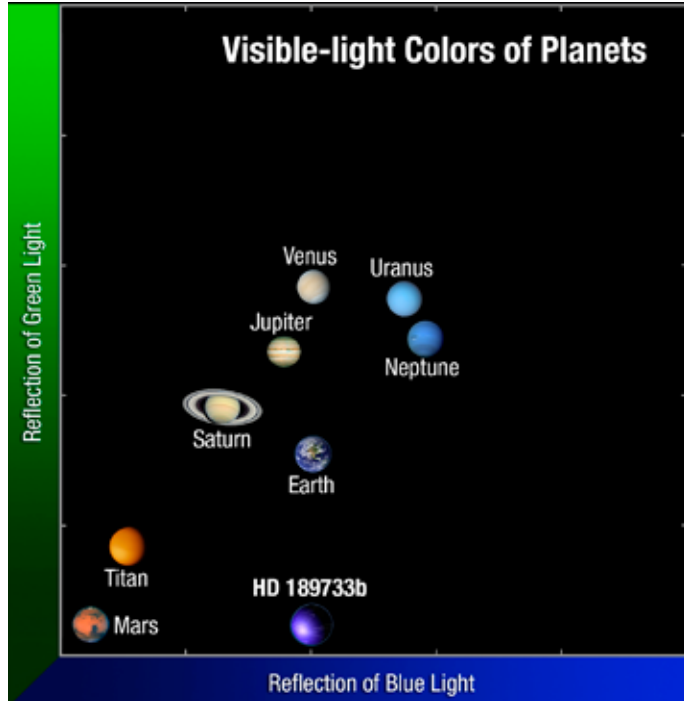
### **Planète bleue**

Le télescope spatial Hubble confirme la couleur bleue de la planète tournant autour de l'étoile HD 189733.

À 63 années-lumière, cette étoile est l'une des plus proches présentant les transits d'une planète. Si l'on pouvait voir celle-ci - HD 189733b - directement, elle apparaîtrait d'un bleu très sombre, « cobalt », plus pur que le bleu de la Terre vue de l'espace.

Le spectrographe du télescope spatial Hubble a mesuré les changements de couleur durant le passage de la planète derrière l'étoile. Les astronomes se sont aperçus que la lumière baissait beaucoup plus dans le bleu que dans le vert ou le rouge, preuve que l'astre occulté est bien bleu.

Cette autre « planète bleue » n'est cependant en rien comparable à la Terre. La température diurne y est de plus de 1 000°C et les silicates présents dans les nuages d'altitude précipitent en fines gouttelettes de verre que



des vents de 7 000 km/h entraînent en un blizzard infernal. Ce sont ces gouttelettes qui en diffusant la lumière bleue donnent sa couleur à la planète.

La planète a été détectée en rayons X par les observatoires spatiaux Chandra et XMM-Newton, ce qui constitue une première en près de vingt ans d'étude des exoplanètes. Son atmosphère semble très étendue et opaque aux rayons X, ce qui favoriserait l'érosion atmosphérique que l'on observe et qui est due aux rayons UV et X de l'étoile. On pense qu'elle perd ainsi dans l'espace entre cent mille et six cent mille tonnes par seconde.

### **Planètes et étoiles Kepler**

Une vérification des résultats obtenus par la mission Kepler indique que la plupart des étoiles observées, et par conséquent des exoplanètes découvertes, sont plus grosses qu'on ne le croyait, une conclusion qui rend plus difficile la découverte de sœurs jumelles de la Terre.

Les chercheurs ont procédé à ce check en analysant 268 des 3 000 cibles de Kepler avec un grand télescope de l'observatoire de Kitt Peak et, si la plupart des étoiles sont un peu plus grosses que prévu, un quart d'entre elles sont au moins 35% plus grosses, ce qui est considérable.

Les exoplanètes potentielles correspondantes sont aussi plus grosses puisque leur taille est estimée à partir de la fraction de lumière interceptée lors des transits. Cette correction ne s'applique naturellement pas aux quelque 132 exoplanètes confirmées qui ont, quant à elles, déjà fait l'objet d'études poussées depuis le sol.

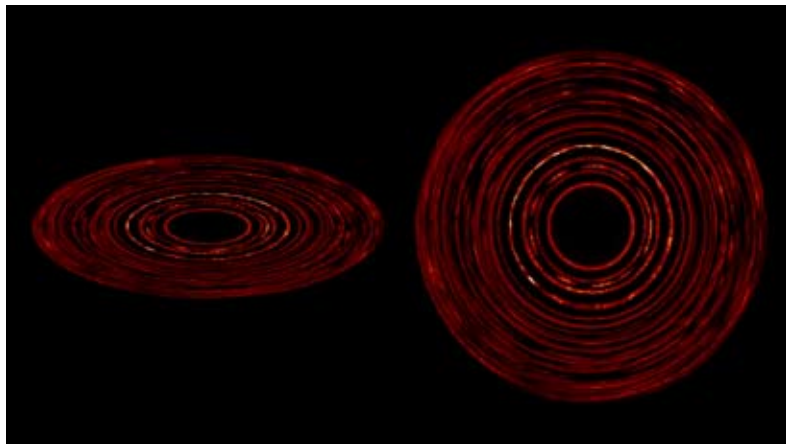
Les estimations des dimensions des zones habitables et des températures des planètes candidates doivent être également révisées.

### **Détection d'exoplanètes**

Une équipe internationale d'astronomes, parmi lesquels figurent des chercheurs lyonnais, est en train de mettre au point une technique interférométrique permettant de détecter de petits nuages de poussières autour d'autres étoiles – nuages qui pourraient abriter des planètes comme la Terre. Cette technique de pointe est testée au Large Binocular Telescope.

### **Disques et planètes**

Les astronomes invoquent la présence de planètes lorsqu'ils observent des structures particulières (anneaux, divisions, spirales ...) dans un disque circumstellaire. Des simulations numériques montrent cependant que des condensations, des arcs ou de fins anneaux peuvent apparaître en l'absence de planètes, du fait de la simple interaction entre les poussières et le gaz du disque.



*Simulations des structures apparaissant dans un disque circumstellaire cent fois plus grand que l'orbite terrestre en l'absence de planètes. (NASA Goddard/JPL-Caltech)*

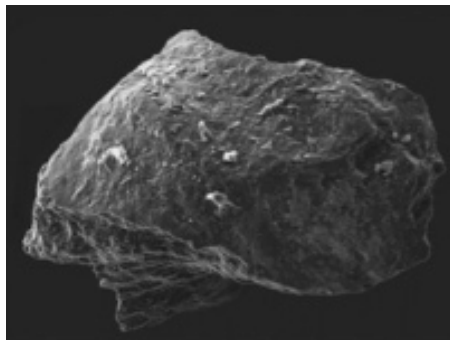
## **Toungouska**

Des grains de poussière provenant d'une tourbière sibérienne pourraient résulter du plus gros impact subi par la Terre dans la période historique. Le 30 juin 1908, une forte explosion a ravagé deux milliers de kilomètres carrés près de la rivière Podkamennaya Toungouska, en Sibérie. Les témoins décrivent un événement similaire à ce qui c'est produit récemment à Chelyabinsk. Au lieu des 460 kilotonnes de ce dernier événement, c'est à 3 ou 5 mégatonnes que l'on évalue l'énergie de l'explosion de Toungouska.

Malgré de nombreuses expéditions, aucun débris n'a été identifié avec certitude comme provenant de la météorite. Des centaines de sphérules magnétiques microscopiques ont bien été trouvées mais on n'en connaît toujours pas l'origine.

L'absence de fragments indiscutables a laissé les imaginations s'emballer et les explications les plus débridées ont été avancées, comme l'antimatière ou les trous noirs. La plupart des spécialistes s'en tiennent cependant

*Ce minuscule caillou venant d'une tourbière sibérienne a été soumis à des pressions et des températures extrêmes, ce qui implique une origine violente et, peut-être, un impact météoritique dans l'atmosphère.*



*L'explosion d'une météorite dans l'atmosphère reste la cause la plus probable de la destruction de vastes régions de la forêt sibérienne en 1908.*

à la cause la plus raisonnable, une comète ou un astéroïde.

De nouvelles analyses de grains de poussières collectés en 1978 à l'épicentre de l'impact permettent maintenant d'affirmer que ceux-ci viennent bien d'un astéroïde. Malheureusement, on ne peut encore être sûr à 100% du lien avec la météorite de 1908 car des poussières d'astéroïdes se déposent continuellement sur la Terre. Pour établir ce lien il aurait fallu analyser et dater les différentes couches de tourbe. Comme pour une enquête policière, le temps qui passe efface ou mélange les indices et rend la tâche de plus en plus ardue.

## **Chelyabinsk**

Les premières analyses de l'explosion de Chelyabinsk par le CTBTO (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization) sont en bon accord avec les estimations grossières faites immédiatement après l'événement.

Vingt stations de surveillance autour du globe ont enregistré l'explosion du 15 février. L'énergie libérée équivaut à 460 kilotonnes de TNT, soit dix fois plus que le record précédent validé par le réseau et détenu par une

météorite qui avait explosé en Indonésie en 2009. L'explosion la plus violente pré-CTBTO fut évidemment celle de la Toungouska en Sibérie au début du siècle passé. On estime à 9 000 tonnes la masse de la météorite de Chelyabinsk. Ses dimensions dépassaient donc la dizaine de mètres.

Les ondes sonores ou, plutôt infrasonores, ont fait deux fois le tour de la planète. Trois jours après l'événement, les échos de l'explosion pouvaient donc encore être entendus. Les données tirées des enregistrements permettent d'ailleurs de calibrer les performances du réseau de surveillance CTBTO censé détecter les violations du traité sur l'interdiction des tests de bombes nucléaires.

## **Itokawa**

*Basé sur un communiqué de presse de l'Observatoire de la Côte d'Azur*

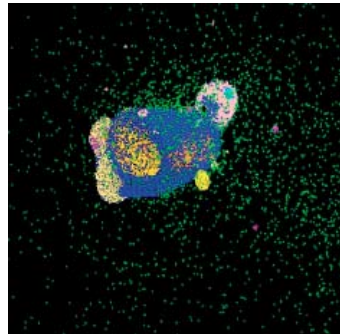
La faible densité volumique d'Itokawa (2 g/cc) et les images envoyées par la sonde Hayabusa qui en a ramené un échantillon sur Terre en 2010 suggèrent que ce petit astéroïde est un agrégat constitué de plusieurs blocs liés par leur attraction mutuelle. Mais jusqu'à présent ceci n'avait pas été démontré, et la présence observée de gros rochers à sa surface restait un mystère. En effet, ces rochers ne peuvent pas être du matériau éjecté des cratères formés par les impacts subis par l'astéroïde au cours de son histoire. D'une part ils sont trop nombreux par rapport au volume disponible dans les cratères identifiés, d'autre part ils auraient dû être éjectés à des vitesses les

faisant s'échapper de l'astéroïde du fait de sa faible gravité.

Selon les modèles d'évolution collisionnelle de la ceinture d'astéroïdes, située entre Mars et Jupiter, un objet de la taille d'Itokawa doit nécessairement être un fragment d'un corps plus gros détruit par collision. Les chercheurs ont modélisé numériquement la destruction d'un gros astéroïde. En particulier, ils ont simulé en détail la phase de réaccumulation gravitationnelle durant laquelle les fragments générés, du fait de leurs attractions mutuelles, peuvent former des agrégats.

Lors de la réaccumulation des fragments, ce nouveau modèle permet la formation d'agrégats non-idéalisés constitués de blocs solides de formes irrégulières. En utilisant des paramètres mécaniques des agrégats tenant compte de leur résistance mécanique selon leur taille et des coefficients de rebond identiques à ceux mesurés par des expériences, les chercheurs montrent que le processus de réaccumulation lors d'une destruction d'astéroïde peut produire des agrégats dont la forme est similaire à celle d'Itokawa. De plus, les simulations montrent que typiquement, lorsqu'un

*À gauche, image de l'astéroïde Itokawa prise par la sonde Hayabusa (JAXA). À droite : image d'un agrégat obtenu dans une simulation numérique de la phase de réaccumulation d'une destruction d'un astéroïde. La forme de l'agrégat produit dans cette simulation est similaire à celle de l'astéroïde Itokawa, et sa surface contient aussi de nombreux petits rochers comme l'objet réel.*





gros agrégat commence à grossir, les plus petits fragments qui sont éjectés à des vitesses initialement élevées commencent à ressentir l'influence de l'attraction gravitationnelle pour finalement ralentir et retomber.

Les chercheurs ont modélisé pour la première fois la formation d'un objet de forme identique à Itokawa et leurs résultats sont en accord avec l'interprétation des données de la mission Hayabusa suggérant qu'Itokawa est un agrégat. En changeant les paramètres mécaniques des agrégats dans les simulations, les chercheurs ont trouvé des agrégats de différentes formes, dont certaines pourraient ressembler à celles d'autres astéroïdes. Leurs travaux se poursuivront afin de vérifier la sensibilité des résultats aux différents paramètres mécaniques des agrégats et de comprendre quels paramètres conduisent à quelles formes observées. Ils pourraient ainsi contribuer à contraindre les propriétés physiques des astéroïdes en fonction de leur forme.

### ***L'eau de Mars***

Curiosity a fourni une nouvelle preuve que beaucoup de vallées martiennes ont été sculptées par l'eau. Les pierres trouvées sur le fond de l'immense cratère Gale sont arrondies comme les galets charriés par les rivières terrestres et, comme les galets, elles se sont déposées en alignements caractéristiques.

Les pierres analysées mesurent de 2 à 40 millimètres, et elles sont trop grosses pour avoir été portées par les vents de la Planète rouge. Elles se sont agglutinées dans des conglomérats et sont souvent alignées d'une manière que l'on dit « imbriquée », comme

une ligne de dominos abattus. L'âge exact des formations observées par Curiosity n'est pas connu mais on l'estime à plus de trois milliards d'années. On a pu déduire que l'eau atteignait alors une profondeur de quelques dizaines de centimètres et qu'elle s'écoulait à faible vitesse, quelques kilomètres à l'heure.

La nature des pierres – certaines d'entre elles se dégradent rapidement dans l'eau – indique qu'elles n'ont pas été charriées sur de

***Curiosity a observé des agrégats de graviers emprisonnés dans une matrice de sable.***  
(NASA/JPL, Caltech/MSSS)



longs trajets, tout au plus 10 à 15 km. Cette information s'accorde parfaitement avec les photos prises par les orbiteurs qui montrent un réseau de ravines associées à la vallée Peace Vallis qui traverse le bord nord du cratère Gale.

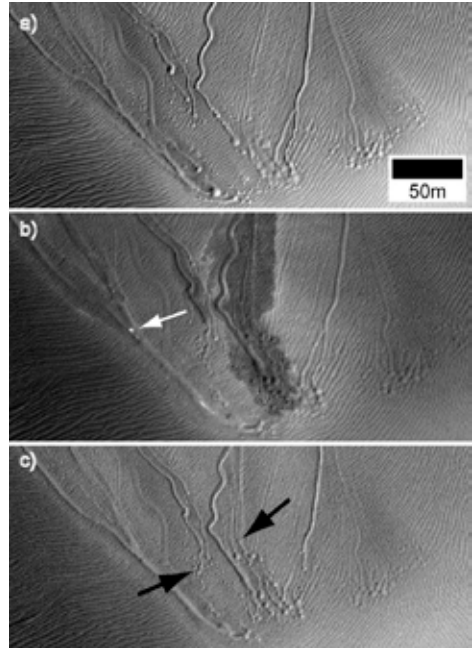
### **Traces sur Mars**

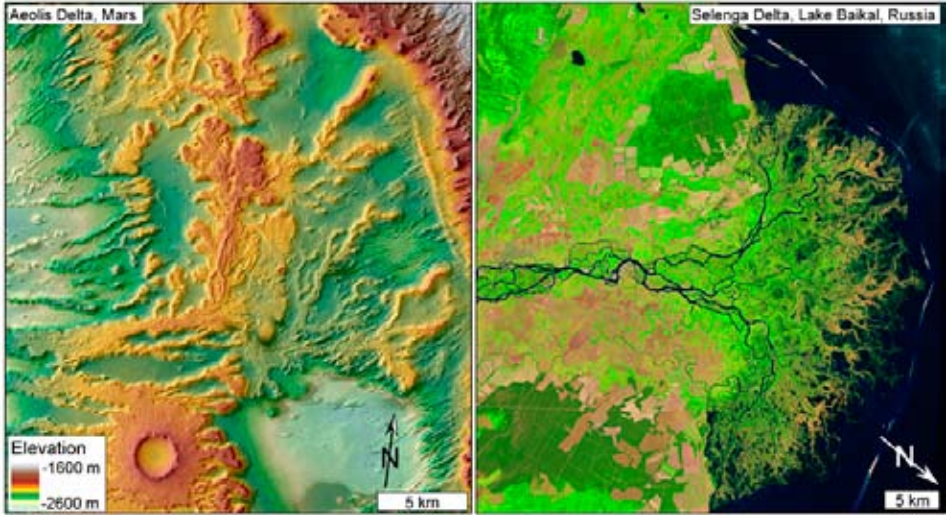
Des blocs de neige carbonique dévalant de dunes martiennes pourraient expliquer certaines traces photographiées par le MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). Ces pierres ne rouleraient pas mais glisseraient sur un film de gaz, à la manière des hovercrafts.

Les traces en question peuvent avoir jusqu'à quelques mètres de large et, contrairement à celles que laissent des torrents, elles n'accumulent pas de débris. Au contraire, beaucoup montrent un trou en fin de parcours au lieu d'un éventail de dépôts. Les sillons sont creusés en repoussant la matière sur les côtés et non en la transportant. Des images du MRO prises en hiver montrent de la neige carbonique sur ces dunes et de nouveaux sillons se creusent après chaque hiver. Il est donc naturel d'imaginer que des blocs de carboglace se détachent lorsque le temps se réchauffe et glissent au bas des collines. Certaines images montrent d'ailleurs des objets brillants sur les parcours. Les trous terminaux s'expliquent par la sublimation complète de la glace. Des expériences simples avec des blocs de neige carbonique lancés sur des dunes de sable montrent que la sublimation produit un film de gaz qui sert de lubrifiant permettant de glisser même le long de pentes très douces. Les conditions martiennes sont différentes mais les calculs montrent que le comportement serait le même.

**Exemples de coulées linéaires observées avec la caméra HiRISE du Mars Reconnaissance Orbiter. (NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona)**

**Des observations faites à différents moments de l'année montrent des modifications sur cette dune du cratère Matara. (NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona)**





### Océan martien

Les données récoltées par le MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) montrent le delta d'un ancien fleuve se déversant dans la vaste région d'Aeolis Dorsa, ce qui renforce l'idée qu'un océan recouvrait une bonne partie de l'hémisphère nord martien.

La plus grande partie de cet hémisphère est d'altitude plus faible que l'hémisphère sud et ressemble ainsi aux bassins océaniques terrestres. On peut donc s'attendre à ce que la frontière entre les basses et hautes terres marque la zone côtière d'un ancien océan hypothétique.

Les images à haute résolution d'une zone de 100 km située sur cette ligne ont été retenues pour étudier cette hypothèse car on y voit des canaux « inversés », c'est-à-dire des alignements de crêtes disposés comme les bras d'une rivière en négatif. Ces structures se forment par empilement des pierres et autres matériaux charriés par des rivières. Lorsque les rivières s'assèchent, les poussières, le sable et toutes les fines particules finissent par disparaître et il ne reste que les alignements de pierriers.

Vus de haut, ces canaux inversés suggèrent trois hypothèses : des torrents descendant d'une montagne et convergeant pour former

*Comparaison du delta enfoui dans les roches sédimentaires de Mars (à gauche) avec un delta actuel sur notre planète. La carte de gauche montre des structures avec des branchements que l'on interprète comme les chenaux creusés dans les dépôts d'un ancien delta. Des formations de ce type dans des couches sédimentaires sont typiques des deltas côtiers sur Terre. (@ DiBiase et al./Journal of Geophysical Research/2013 ; USGS/NASA Landsat)*

une rivière ; une rivière se divisant en formant un éventail d'alluvions ; un delta, qui est aussi un éventail d'alluvions, mais où les bras de rivière se déversent dans un lac, une mer ou un océan.

Les données du MRO ont permis d'analyser les strates de dépôt, et d'en retracer l'histoire. Les pentes mesurées indiquent que l'eau coulait dans le sens de la dispersion et non de la convergence. On a donc affaire à un éventail d'alluvion ou un delta. Une brusque augmentation de la pente au bout des canaux indique que l'eau se déversait probablement dans une grande étendue d'eau et qu'il s'agissait donc d'un delta. Ce n'est pas le premier delta découvert sur Mars, mais les autres étaient confinés, dans un cratère par exemple, et ne permettaient pas d'évoquer un océan.



On peut imaginer qu'il s'agit de l'océan recouvrant le tiers de la planète et dont l'hypothèse court depuis longtemps. À tout le moins, il occupait l'entièreté d'Aerolis Dorsa, soit environ 100 000 kilomètres carrés.

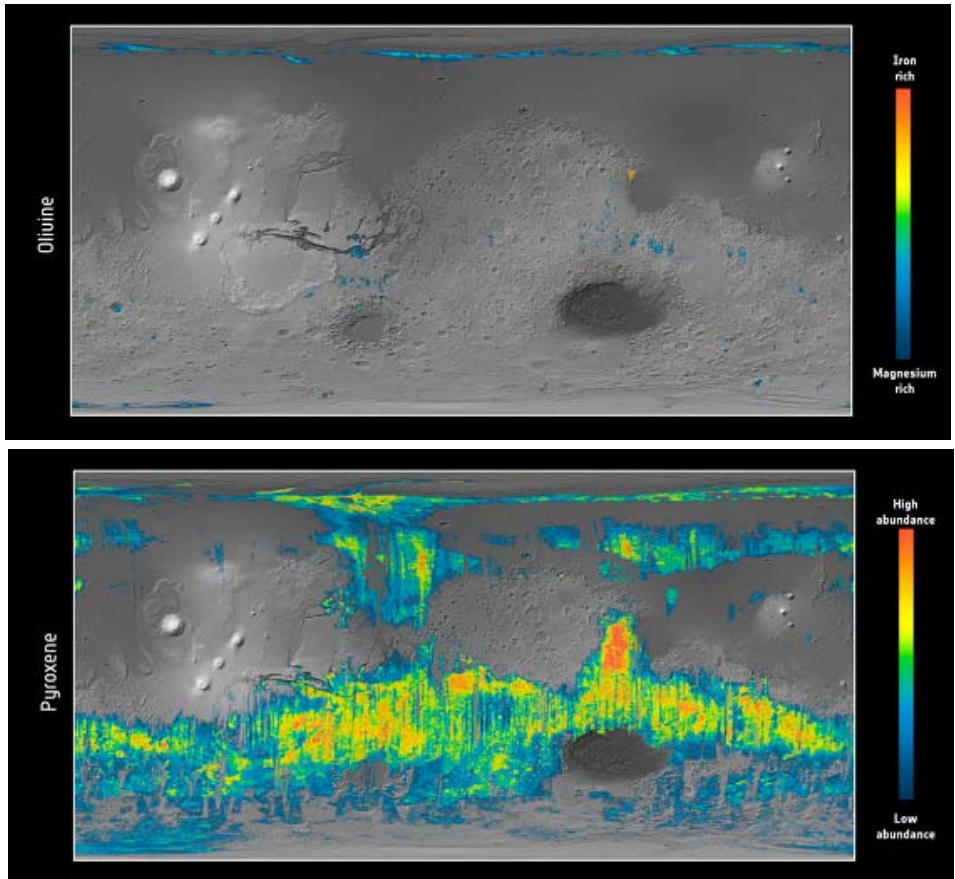
D'autres explications sont possibles. Par exemple, le delta peut avoir été confiné dans un grand cratère qui a depuis disparu, mais cela demanderait une activité géologique que l'on juge improbable sur Mars.

de la planète. Les cartes sont basées sur les données acquises par le « mapper » OMEGA qui détermine par spectroscopie la composition minéralogique de la surface. On peut ainsi trouver une carte des minéraux hydratés qui ne se forment qu'en présence d'eau. On les trouve principalement dans les terrains les plus anciens, ce qui suggère que l'eau a été présente en surface dans les premières centaines de millions d'années.

### **Cartes de Mars**

À l'occasion du dixième anniversaire du lancement de Mars Express, l'ESA a publié une série de planisphères qui montrent l'histoire de l'activité volcanique et hydrologique

*Répartition de l'olivine (en haut) et du pyroxène à la surface de Mars.  
(ESA/CNES/CNRS/IAS/Université Paris-Sud, NASA MOLA)*





Des cartes de l'olivine et du pyroxène tracent l'évolution du volcanisme, les différences de composition des laves indiquant les variations de température et de pression dans la planète. Ainsi, des régions riches en olivine peuvent être associées à un épisode global d'épanchement de lave il y a 3,7 milliards d'années.

Des cartes de l'abondance en oxyde de fer tracent la poussière dont la couleur rouille est due à des milliards d'années d'interaction avec l'atmosphère.

En indiquant les zones les plus intéressantes du point de vue géologique, cet atlas facilitera le choix de futurs sites d'exploration.

Outre ces cartes, Mars Express a également permis toute une série d'analyses, depuis l'atmosphère (avec la détection de méthane) jusqu'au sous-sol et aux satellites Deimos et Phobos. Et la carrière de l'orbiter est loin d'être terminée. Il devra entre autres observer le passage rapproché de la comète C/2013 Siding Spring en octobre 2014 et surveiller l'arrivée du module de l'ESA ExoMars Entry, Descent, and Landing Demonstrator en octobre 2016.

### ***Vie microbienne sur Mars ?***

Les réactions chimiques entre l'eau et des roches ignées riches en fer ont pu fournir de quoi nourrir une vie microbienne souterraine martienne à une certaine époque.

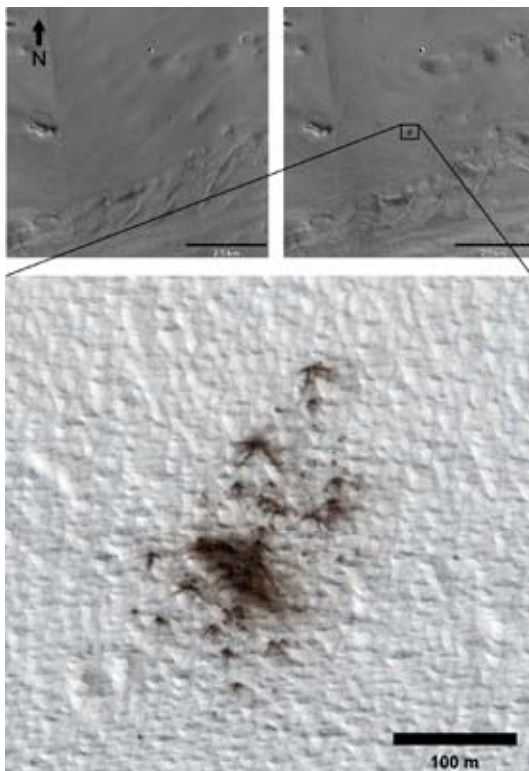
Plus près de nous dans le temps et dans l'espace, de telles réactions peuvent dégager de l'hydrogène dans des endroits très chauds, par exemple sous les sources hydrothermales de l'océan Atlantique. La vie ne peut normalement s'y développer car la température est trop élevée mais les infiltrations d'eau de mer créent des poches plus fraîches où la vie microbienne est possible. Il suffit que les réactions entre eau et roches produisent encore assez d'hydrogène pour la sustenter. Les scientifiques ont montré que c'est bien le cas : certaines roches libèrent encore de l'hydrogène entre 50 et 100 degrés. Cela conduit à reconsidérer l'habitabilité de vastes régions souterraines de notre planète.

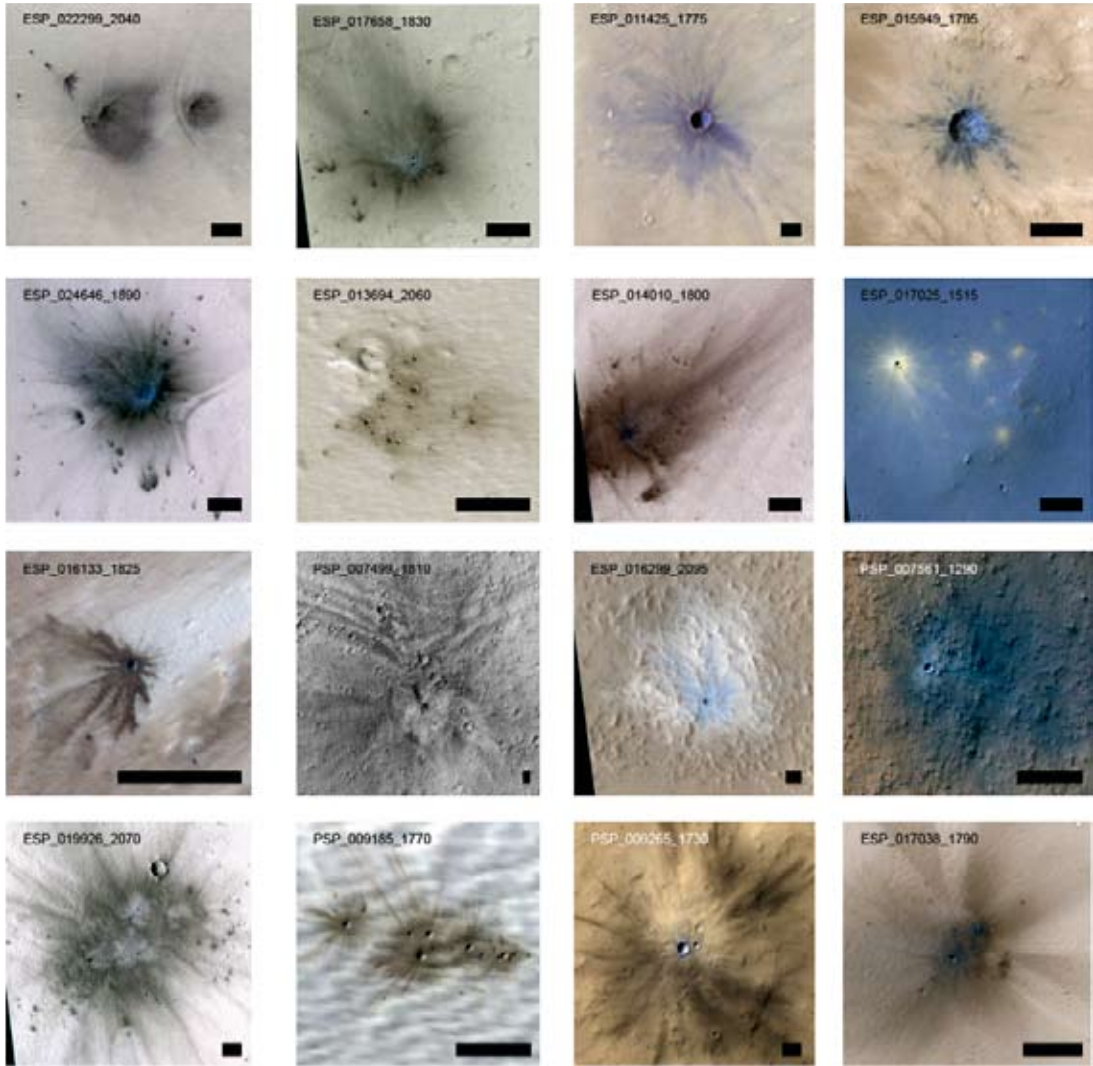
La présence de ce même type de roches sur Mars ouvre aussi des horizons sur les possibilités de vie martienne.

### ***Impacts martiens***

Les astronomes ont identifié grâce aux images du MRO 248 de nouveaux impacts à la surface de Mars survenus au cours de la dernière décennie. Une analyse statistique permet d'en déduire que 200 petits corps heurtent chaque année la Planète rouge en formant des cratères d'au moins 4 mètres de diamètre. Ces objets n'ont généralement pas plus d'un ou deux mètres de diamètre. Sur Terre, ils se consumeraient dans l'atmosphère et n'auraient

***Ces images de Mars prises par le MRO montrent qu'un impact a eu lieu entre le 15 août 2010 et le 24 mai 2011. (NASA/JPL-Caltech/MSSS/Univ. of Arizona)***

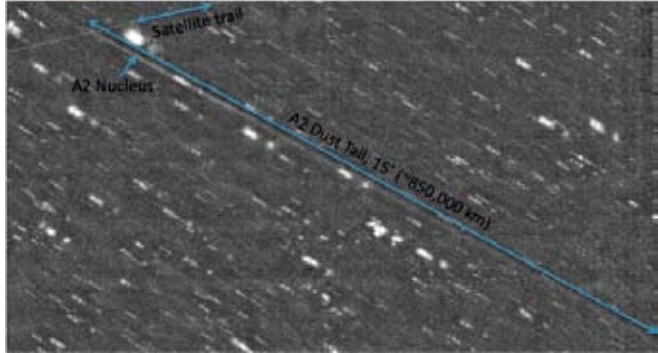




*Quelques cratères martiens fraîchement formés  
(NASA/JPL-Caltech/MSSS/Univ. of Arizona)*

aucune chance de laisser un cratère, comme l'a prouvé récemment la météorite de Chelyabinsk désintégrée en plein vol malgré une taille beaucoup plus imposante.

Cette fréquence d'impact est de 3 à 10 fois plus faible que les estimations précédentes basées sur l'étude de la cratérisation de la Lune et des échantillons lunaires des missions Apollo. Elle correspond à peu près à un cratère par an pour une région grande comme le Texas.



*La longue queue de l'astéroïde P/2010 A2 s'étend sur près de trois fois la distance Terre-Lune dans cette image prise avec le télescope WIYN en Arizona. (WIYN/NOAO)*

### **Comètes Lazare**

Une douzaine d'astéroïdes de la ceinture principale, entre Mars et Jupiter, ont montré à un moment ou l'autre une certaine activité cométaire. Selon une nouvelle interprétation, une grande partie des astéroïdes de la ceinture principale seraient des comètes épuisées. Une perturbation orbitale occasionnelle pourrait rapprocher légèrement l'une d'elle du Soleil, lui donnant un peu plus d'énergie et ressuscitant une activité plus ou moins éphémère. D'où la dénomination proposée de « comètes Lazare ».

### **L'astéroïde P/2010 A2**

Des photos à grand champ prises avec le télescope WIYN montrent que la queue de l'astéroïde P/2010 A2 est plus longue qu'on le croyait et s'étend sur au moins un million de kilomètres.

Rares sont les astéroïdes avec queue. La présence de leur appendice s'explique soit par une activité de type cométaire (comète « Lazare »), soit par l'éjection de poussières après un impact. C'est ce dernier cas qui est invoqué pour expliquer la queue de P/2010 A2.

L'astéroïde circule dans la ceinture principale, entre Mars et Jupiter. Son diamètre est d'environ 120 mètres et l'on estime celui de l'impacteur entre 3 et 5 mètres. Les débris sont repoussés par le vent solaire et la pression de radiation pour former la queue. Petit à petit les cailloux s'éparpillent tout au long de l'orbite

et formeront un courant de météorites. Les poussières les plus petites s'écartent de l'orbite et participeront au disque circum solaire responsable de la lumière zodiacale.

### **Neptune**

Une 14<sup>e</sup> lune a été découverte autour de Neptune grâce aux images obtenues depuis 2004 par le télescope spatial Hubble. Son diamètre n'est que de 20 km et elle parcourt son orbite circulaire, entre Larissa et Proteus, en 23 heures.

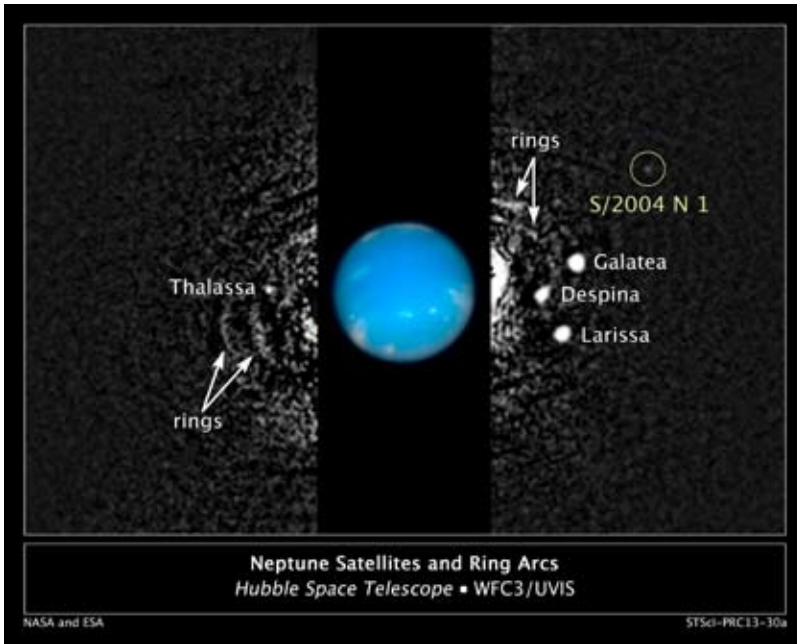
Sa dénomination actuelle, S/2004 N1, fait référence à la date des premières images qui ont contribué à la découverte.

### **Quaoar**

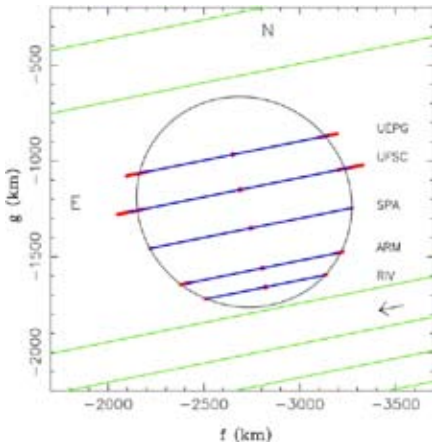
L'observation d'une occultation par plusieurs équipes – dont les Liégeois de Trappist – indique que le transneptunien (50 000) Quaoar n'aurait pas d'atmosphère et serait légèrement ellipsoïdal.

Découvert en 2002, Quaoar est l'un des plus gros objets de la ceinture de Kuiper, avec Eris, Sedna, Hauméa, Makémaké et Orcus. Il circule sur une orbite assez circulaire entre 43 et 45 Unités Astronomiques du Soleil.

*Ces images montrant Neptune, ses arcs et ses lunes datent de 2009.*



*Estimation de la section de Quaoar à partir des occultations détectées, ou non, aux divers sites.*



C'est le 4 mai 2011 que la petite planète a occulté l'étoile UCAC2 26257103 de magnitude  $R=15,8$  pour une partie de l'Amérique du Sud. Une vingtaine de stations ont participé aux observations. Celles-ci n'ont pas toutes été positives. Des nuages ou des problèmes techniques les ont parfois empêchées. Ou, tout simplement, l'ombre ne passait pas sur la station. Ce dernier cas doit être considéré comme positif puisqu'il fournit une contrainte sur la taille et la position de l'astre. Au total, six télescopes ont noté un bref affaiblissement de l'éclat du couple Quaoar-étoile, ou plutôt une extinction, l'étoile étant beaucoup plus brillante que la planète.

L'observation d'une autre occultation n'exclut cependant pas la possibilité d'une atmosphère très ténue de méthane.

Le rayon équatorial est estimé à environ 570 km et l'aplatissement à 9%.



## **NGC 3783**

*Basé sur un communiqué ESO*

La majorité des galaxies abritent un vaste trou noir en leur centre. Ces trous noirs peuvent grossir en aspirant la matière qui les environne, créant par là-même les objets les plus énergétiques de l'Univers : les noyaux actifs de galaxies (AGN). Les régions centrales de ces objets très lumineux sont entourées d'anneaux de poussière.

Les images interférométriques de la galaxie active proche NGC 3783 réalisées avec le VLT de l'ESO montrent qu'une grande quantité de poussière se trouve, non pas dans le tore, mais au-dessus et en dessous de lui. Alors que le tore contient de la poussière chaude – d'une température comprise entre 700 et 1 000 degrés Celsius –, les autres réservoirs contiennent de la poussière plus froide qui s'échappe en flux continu du trou noir. Ce flux doit jouer un rôle important dans la relation complexe qu'entretient le trou noir avec son environnement. Le trou noir satisfait son insatiable appétit en absorbant la matière environnante, mais l'intense rayonnement qui en résulte projette cette matière au loin. L'imbrication de ces deux processus et leur implication dans la croissance

et l'évolution des trous noirs supermassifs au sein des galaxies, demeurent encore mystérieuses, mais l'existence de ce flux de poussières apporte un nouvel élément à ce tableau.

Afin d'explorer les régions centrales de NGC 3783, les astronomes ont dû utiliser la puissance combinée des télescopes du VLT. En utilisant ces unités simultanément, ils ont constitué un interféromètre dont la résolution avoisinait celle d'un télescope de 130 mètres de diamètre. Il était alors possible d'étudier une région aussi petite que la distance séparant le Soleil de son étoile voisine la plus proche, dans une galaxie située à des dizaines de millions d'années-lumière. Aucun autre système optique ou infrarouge au monde n'est à ce jour capable de réaliser un tel exploit.

Ces nouvelles observations peuvent conduire à un changement de paradigme dans la compréhension des AGN. Divers éléments attestent de l'expulsion de la poussière par l'intense rayonnement produit par le trou noir central. Les modèles rendant compte de la distribution de poussière, de la croissance et de l'évolution des trous noirs supermassifs, doivent à présent considérer ce nouvel effet.

*Vue d'artiste d'un trou noir en action (ESO)*

