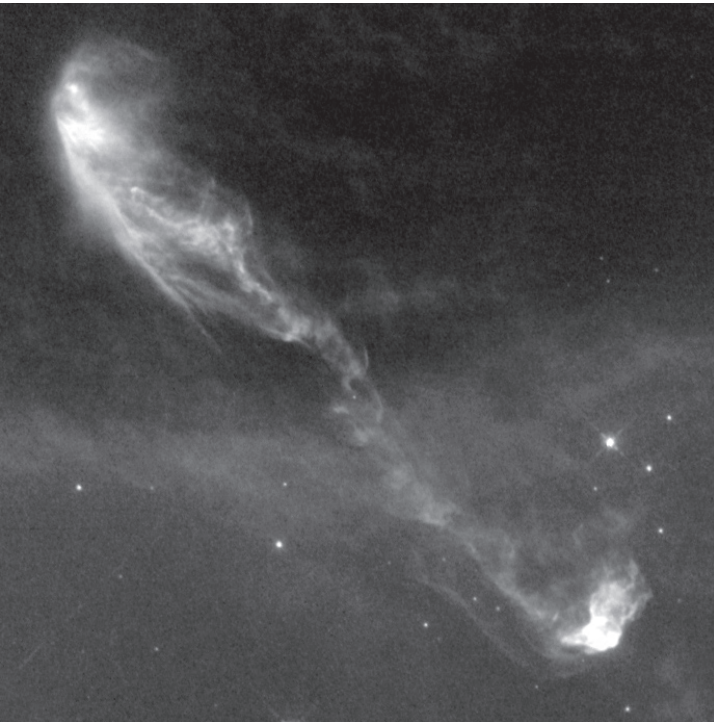


# L'astronomie dans le monde

*Image du jet Herbig Haro 47 prise avec le télescope spatial Hubble.*  
© HST. NASA/ESA

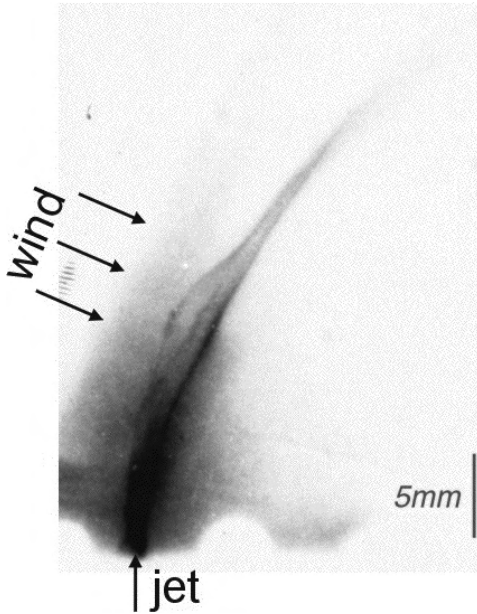


## *Jets stellaires*

INSU/CNRS

Des chercheurs du réseau européen JETSET ont étudié les jets produits par des étoiles jeunes éjectant de la matière, les objets Herbig Haro. Pour cette étude ils ont reproduit ces jets, d'une part par expérience en laboratoire, d'autre part par simulation numérique. Cette double approche expérimentale et virtuelle permet ainsi de démontrer que le vent interstellaire joue un rôle fondamental en interagissant avec le jet, créant ces nodules et ces ruptures de structure.

Les objets Herbig Haro (HH) sont des nébulosités associées à des étoiles jeunes. Il s'agit d'émissions de matière sous la forme de jets. Ces jets présentent sur leur trajet une succession compliquée de chocs d'étrave et de nœuds et une dynamique complexe et variable qui

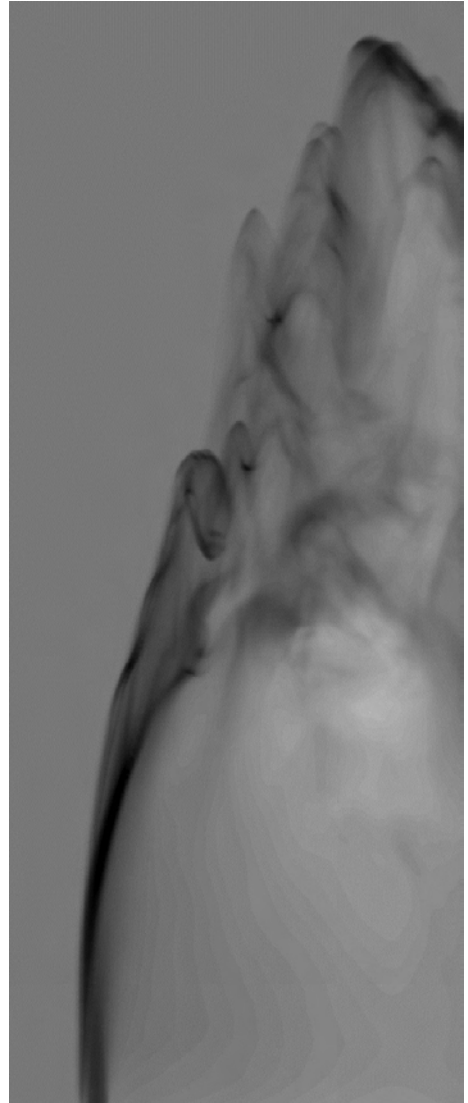


*Émission XUV de l'expérience qui montre un choc interne et un jet courbé.*  
(© LERMA. SNL. BLIC)

résulte de leur interaction avec le milieu interstellaire. Leur morphologie est un traceur de l'histoire de leur formation et de leur interaction avec le milieu interstellaire. Certains jets, par exemple HH 502, présentent une courbure en forme de C qui est d'ordinaire attribuée à la présence d'un vent provenant de sources proches, ou simplement produit par le mouvement relatif par rapport au milieu interstellaire.

Pour étudier la dynamique et la structure de ces jets et l'origine de ces courbures, l'équipe a réalisé une double approche : l'expérience en laboratoire et la simulation numérique. Pour ce qui est de l'expérience en laboratoire, les jets expérimentaux ont été produits sur le générateur de courant pulsé MAGPIE de l'Imperial College. Le jet expérimental a les caractéristiques requises des jets HH des étoiles jeunes, mais avec des échelles de temps et de distances différentes, de l'ordre de la nanoseconde et du centimètre. La vitesse typique de propagation est de l'ordre de 100 à

*Simulation d'un jet astrophysique (100 km/s, 1 000 particules par cm<sup>3</sup>) interagissant avec un vent latéral (25 km/s, 100 particules par cm<sup>3</sup>). La hauteur du jet approche les 5 000 UA.*



200 km/s. L'interaction de ce jet expérimental avec un vent latéral (30 à 50 km/s) est obtenue grâce à un plasma d'ablation généré sur une feuille par un fort rayonnement XUV. En ce qui concerne la simulation numérique, le jet astrophysique virtuel a été obtenu avec des paramètres typiques des jets stellaires, par exemple des temps d'écoulement de centaines d'années et des distances équivalentes aux centaines d'unités astronomiques.

La dynamique du jet est similaire dans l'expérience et dans la simulation, marquée par la formation d'une série de chocs et de nœuds. La collision entre le jet et le vent génère un choc d'étrave qui enveloppe tout le jet. Le jet développe une forme très asymétrique et la partie amont du cocon disparaît. Un choc oblique se forme au centre du jet et commence à courber ce dernier. La tête du jet finit par se détacher et son mouvement devient balistique. La présence de chocs internes est visible à la fois dans l'expérience et dans la simulation.

Un résultat important est que la structure observée dans le pseudo-jet HH et la destruction du choc d'étrave résultent uniquement de l'interaction avec le vent et ne sont pas liées à une quelconque variabilité de l'injection du jet. Il en est de même des chocs internes. Le jet est sujet au déclenchement d'instabilités qui tendent à séparer le jet en filaments.

## ***Structure géante de matière noire***

*CNRS*

Une équipe internationale a découvert l'existence de structures de matière noire mesurant 270 millions d'années-lumière, soit plus de 2 000 fois la taille de notre Galaxie. Il s'agit des plus grandes structures observées à ce jour. C'est en analysant les images produites dans le cadre du grand relevé du ciel Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey (CFHTLS), que les astronomes ont observé les effets de distorsions gravitationnelles produits par ces structures cosmiques. Ils ont ainsi découvert comment matière et énergie noires ont participé à la construction et à l'agencement des grandes structures de l'univers actuel. Ce résultat offre un éclairage nouveau et sans

précédent sur l'histoire de la formation de ces structures et sur les propriétés de cette mystérieuse matière noire, qui est cinq fois plus abondante dans l'univers que la matière « ordinaire ».

Les astronomes savent depuis quelque temps que l'univers est rempli d'une énigmatique matière noire. Cette matière invisible forme des structures géantes de filaments, de feuilles et d'amas. La manière précise avec laquelle cette trame cosmique est répartie a longtemps intrigué les scientifiques.

Pour découvrir la nouvelle structure, les scientifiques ont utilisé la technique dite de lentille gravitationnelle faible. La lumière des galaxies lointaines est déviée par la matière noire pendant son trajet vers nous à travers l'univers. De la même manière que la structure osseuse du corps humain est rendue visible sur les radiographies en rayons X, la matière noire laisse son empreinte dans la signature lumineuse des galaxies, révélant sa présence par la gravité qu'elle exerce. Cela se traduit par des effets de distorsion gravitationnelle. Mesurer précisément ces effets, prédits par Einstein, tel fut l'objectif principal du grand relevé du ciel Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey » (CFHTLS).

L'équipe a passé plusieurs années à développer des outils pour analyser les images obtenues par la plus grande caméra numérique du monde, MegaCam, équipant le télescope Canada-France-Hawaii (CFHT). Ces résultats représentent une avancée sans précédent : de si grandes échelles et de si petits signaux n'avaient encore jamais été explorés auparavant.

Ces observations repoussent les limites de notre connaissance de la trame cosmique bien au-delà de ce qui était connu jusqu'alors et confirment ainsi la validité de notre modèle de l'univers, y compris jusqu'à ces très grandes échelles. Les mesures aux grandes échelles présentent l'avantage d'être facilement comparables aux prédictions théoriques. Elles permettent de déterminer la composition de l'univers, ce qui est fondamental pour comprendre son histoire et son évolution, mais aussi prédire son devenir à long terme.

De plus ces résultats montrent que les lentilles gravitationnelles faibles sont une technique fiable et précise pour la cosmologie. La prochaine génération de télescopes et de caméras mesurera les effets de ces lentilles à travers l'ensemble du ciel, sur des milliards de galaxies. Ces relevés contribueront à révéler la nature, pour l'instant mal connue, de la matière noire et apporteront un éclairage précieux sur le mystère encore plus grand que constitue l'énergie sombre.

## ***Évaporation planétaire ou vent stellaire ?***

INSU/CNRS

Une équipe internationale a montré que l'enveloppe très étendue d'hydrogène qui entoure l'exoplanète HD209458b trouverait son origine dans le vent stellaire, constitué de protons et électrons éjectés par l'étoile. Au contact de l'atmosphère de l'exoplanète, ils se recombineraient pour constituer un nuage d'hydrogène atomique conservant les propriétés cinétiques du vent stellaire. Ce résultat permet d'envisager une nouvelle méthode d'étude et de caractérisation des vents stellaires.

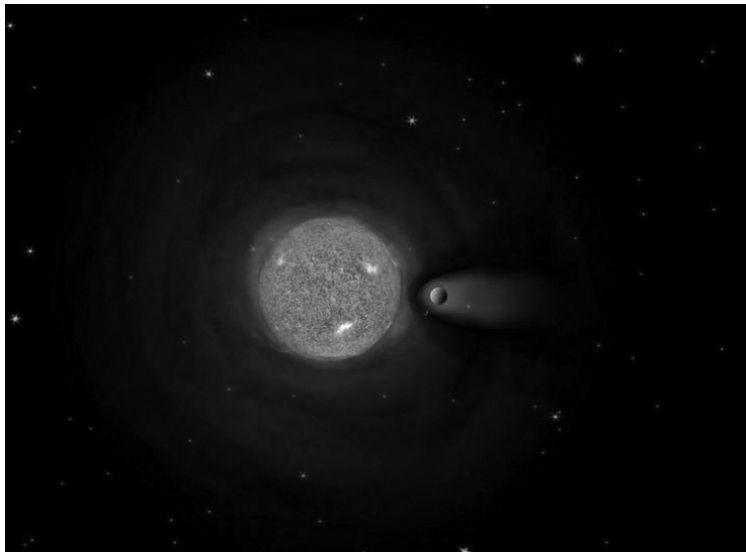
HD209458b est une exoplanète détectée en 1999 par la méthode des vitesses radiales, puis la même année par ses transits. De la taille de Jupiter, elle se situe dans la constellation de Pégase

***Le vent stellaire ionisé se transforme en un sillage d'hydrogène neutre au contact d'une planète. Cet hydrogène est ensuite rapidement ionisé à nouveau. On peut observer l'absorption du nuage d'hydrogène neutre lorsque la planète transite devant le disque de l'étoile et en déduire ainsi les propriétés du vent stellaire, inobservable sous sa forme ionisée. (© Selsis. LAB. CNRS)***

et est à environ 7 millions de kilomètres de son étoile (4,5% de la distance Soleil-Terre) : c'est un Jupiter chaud. Des astronomes ont détecté en 2003 une couronne chaude et très étendue constituée d'hydrogène atomique, interprétée jusqu'ici comme la signature d'une évaporation importante de l'atmosphère de la planète.

Les modèles numériques présentés dans la nouvelle étude montrent que la distribution de vitesse des atomes générée par le vent stellaire diffère de celle des atomes qui s'évaporaient de l'atmosphère. Ces modèles reproduisent l'observation sans introduire d'évaporation. Ceci ne remet toutefois pas en question l'existence possible d'une évaporation, mais distinguer sa signature au sein ce flot énergétique et mesurer son intensité risquent de s'avérer difficile.

L'observation fournit par ailleurs une information précieuse car la distribution observée des vitesses des atomes d'hydrogène permet de déduire les propriétés du vent stellaire. Leur vitesse est en effet directement héritée de celle des protons du vent stellaire. Les chercheurs ont ainsi pu déterminer les caractéristiques du vent de l'étoile (vitesse, température, cinétique, densité) qui reproduisent le mieux l'observation, identifiant ainsi un moyen inédit



pour sonder les vents stellaires. En neutralisant le vent stellaire lors de l'impact, les Jupiters chauds le rendent observable à nos instruments qui ne peuvent le détecter sous sa forme ionisée.

De telles couronnes d'atomes énergétiques sont connues autour des planètes du système solaire. Celles qui enveloppent Mars et Vénus, notamment, avaient aussi été interprétées comme le signe d'une évaporation atmosphérique, avant que leur origine liée au vent solaire ne soit clairement identifiée.

## ***Un mini système solaire***

*INSU/CNRS*

Une équipe internationale vient de mettre en évidence la présence de deux exoplanètes autour d'une étoile se situant dans la constellation du Scorpion. Ces deux exoplanètes ont été détectées par la méthode de la micro-lentille gravitationnelle.

Parmi les 271 exoplanètes connues aujourd'hui, seuls 25 systèmes planétaires multiples ont été trouvés dont quelques-uns ressemblent vaguement à notre système solaire. Comprendre comment s'est formé notre système solaire et notamment les planètes géantes est un des objectifs de la planétologie. Découvrir d'autres systèmes planétaires donne des éléments de comparaison qui permettront

de choisir entre les différents modèles de formation planétaire. Un des autres enjeux est de savoir si le développement de la vie est une étape commune à un grand nombre de systèmes planétaires ou si, au contraire, les particularités de notre système solaire font que l'apparition de la vie est peut-être plus rare qu'on ne pourrait penser a priori au vu du nombre d'étoiles accompagnées de planètes.

Une des méthodes de détection des exoplanètes repose sur l'utilisation de l'effet de micro-lentille gravitationnelle. Ceci consiste à attendre un alignement presque parfait entre deux étoiles sur une ligne de visée. La théorie de la relativité générale prédit alors que la lumière de la source éloignée sera amplifiée. Comme l'objet le plus proche, (la lentille) se déplace par rapport à la source, cette amplification varie et l'on observe une variation de la lumière reçue de la source. L'exoplanète va jouer un rôle en introduisant des variations supplémentaires dans la courbe de lumière.

Le télescope OGLE, situé à l'Observatoire de Las Campanas au Chili, est chargé de détecter ce type de variations et d'alerter des réseaux de télescopes répartis de façon uniforme dans l'hémisphère sud qui analyseront dans le temps ces variations de luminosité. Ce travail de suivi et d'analyse est effectué par plusieurs groupes internationaux. C'est fin mars 2006 que l'alerte a été donnée par OGLE.

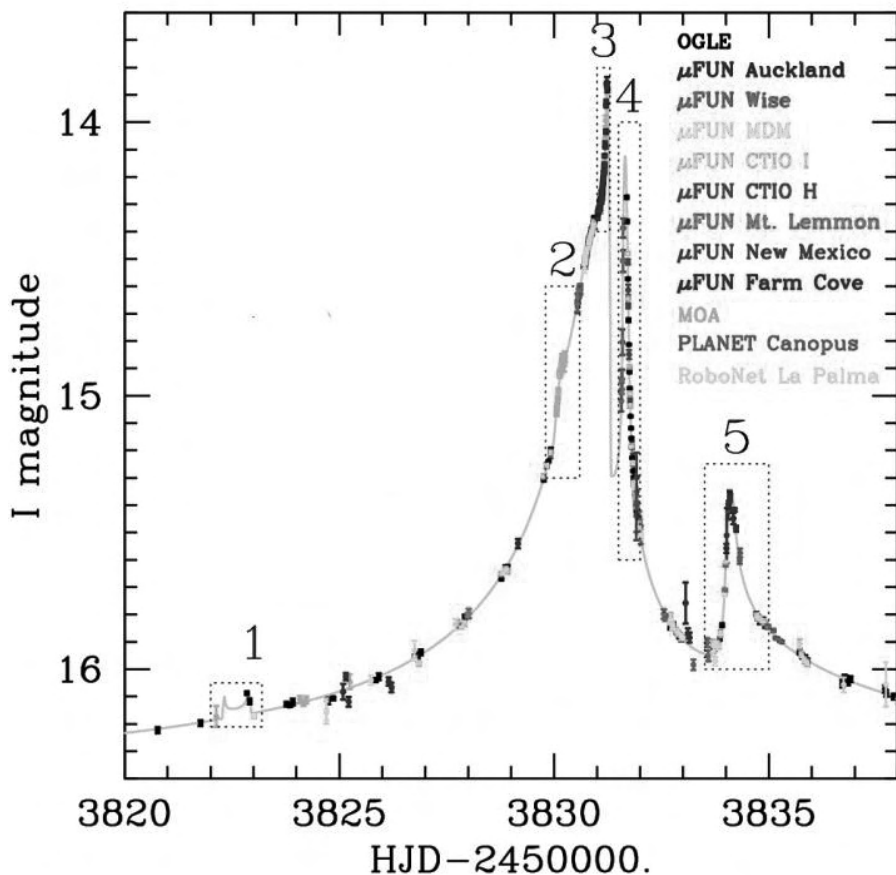
***Le télescope de 1m30 de l'Université de Varsovie utilisé pour le projet OGLE. (Optical Gravitational Lensing Experiment)***



Ce nouvel événement de microlentille a été identifié dans la constellation du Scorpion. C'est le 109<sup>e</sup> de l'année 2006, d'où son nom OGLE-2006-BLG-109 (BLG signifie Bulge en anglais, car cette observation a été faite en direction du bulbe central de notre Galaxie). Les observations effectuées à partir de la fin mars à début avril par les différents réseaux ont permis de mettre en évidence la présence de deux exoplanètes.

L'analyse des données donne une étoile-lentille située à environ 5 000 années-lumière du Soleil, dont la masse est la moitié de celle du Soleil, et qui est accompagnée de deux planètes, l'une à 2,3 unités astronomiques (1 UA

*Variation de la lumière reçue de l'étoile-source, lorsque l'étoile-lentille passe sur la ligne de visée. Cette courbe présente 5 anomalies. Quatre d'entre elles sont dues au passage de la petite planète. L'anomalie numérotée 4 n'était pas attendue, et révèle l'existence de la deuxième planète (la plus grosse). Aucun modèle à une seule planète n'a pu expliquer l'existence de ce pic bien visible. Les différents symboles correspondent aux différents télescopes qui ont suivi cet événement (II en tout).  
(© Science)*



est la distance de la Terre au Soleil), de masse 0,7 fois celle de Jupiter, et qui effectue une révolution complète tous les 5 ans, et l'autre à 4,6 UA, de masse 0,3 fois Jupiter et de période 14 ans. Si l'on compare au système solaire, où Jupiter est à 5 UA et tourne en 12 ans, et Saturne est à 10 UA et décrit une orbite en 29 ans, avec une masse de 0,3 fois Jupiter, on voit que l'on est en présence d'une « maquette » du système solaire à l'échelle  $\frac{1}{2}$ . De plus, les températures d'équilibre de ces planètes sont de l'ordre de  $-200^{\circ}\text{C}$ , aussi similaires à celle de Saturne. Parmi les systèmes planétaires déjà connus, seul celui de l'étoile 47 UMa lui ressemble, avec deux planètes de masse 3 et 1 Jupiter, situées à 2 et 8 UA de leur étoile. Mais cette étoile se trouve à 46 années-lumière du Soleil, 100 fois plus près. C'est l'un des avantages de la technique de microlentille gravitationnelle de pouvoir détecter des planètes autour d'étoiles lointaines, inaccessibles par d'autres techniques d'observation, et de prouver ainsi qu'il existe des planètes dans toute notre Galaxie. Si de plus le système planétaire découvert ressemble au nôtre, la conclusion que le système solaire n'a rien de particulier est tentante.

## ***Arcs gravitationnels et images multiples***

INSU/CNRS

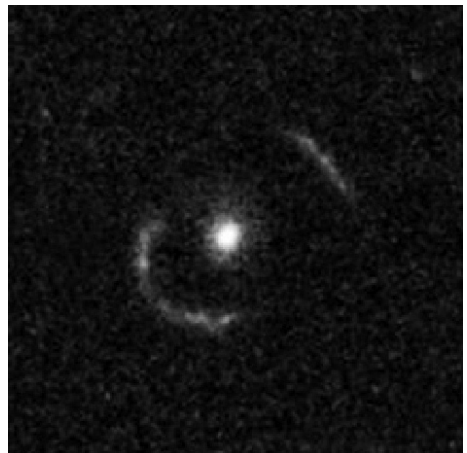
Une équipe internationale a découvert un large échantillon de lentilles fortes (arcs gravitationnels et images multiples) à partir d'images du télescope NASA/ESA Hubble Space Telescope. Ce nouvel échantillon est constitué de 67 lentilles fortes autour de galaxies elliptiques et lenticulaires brillantes. Ce nouveau catalogue démontre la diversité des lentilles gravitationnelles dans l'univers. Si l'échantillon observé est représentatif, près d'un demi-million de lentilles fortes seraient présentes sur toute la voûte céleste. A terme, l'étude des lentilles gravitationnelles apportera d'importantes précisions sur la distribution de la matière sombre dans l'univers.

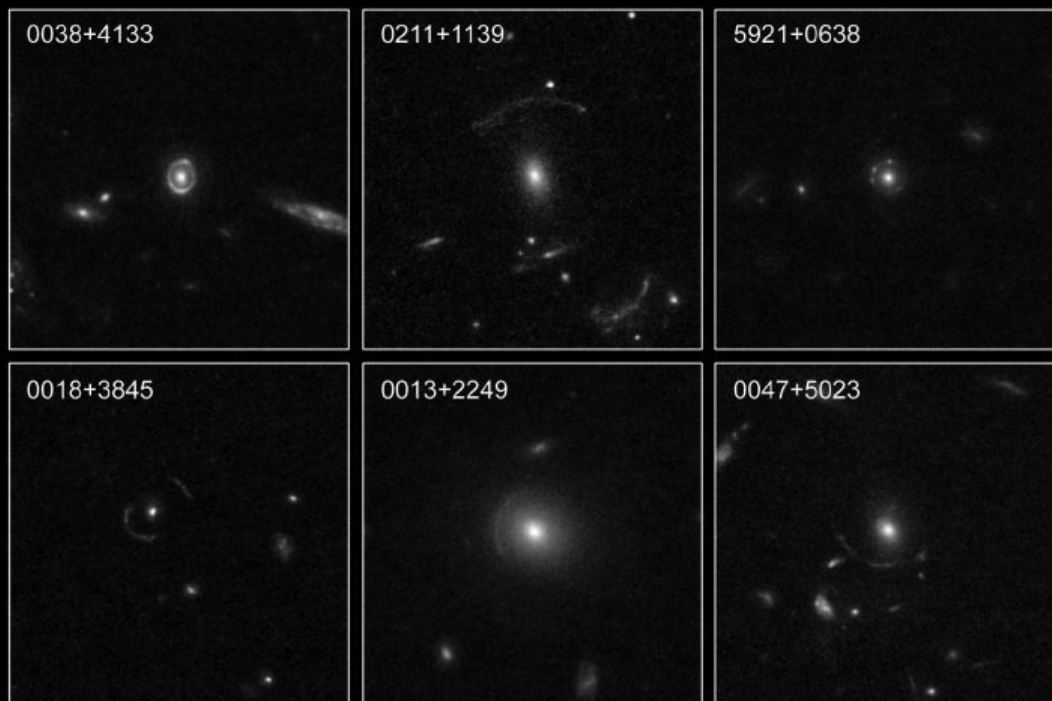
Le phénomène de lentille gravitationnelle apparaît lorsque la lumière d'une galaxie loin-

taine est amplifiée et déformée par un objet massif qui se trouve entre nous et la galaxie. L'objet massif qui constitue la lentille est en général une autre galaxie ou un amas de galaxies. Le phénomène de lentille est dit fort lorsque la densité de masse atteint un seuil critique à partir duquel on peut observer plusieurs images de la galaxie lointaine, on parle d'images multiples ou d'arcs gravitationnels (qui ne sont autre que la fusion de 2 ou 3 images multiples). L'étude de la forme et de la position des images gravitationnelles permet aujourd'hui de bien mieux comprendre la distribution de masse dans les objets « lentilles » et nous apporte notamment de précieuses informations sur la distribution de la matière sombre. On s'attend à ce que les lentilles fortes autour de galaxies massives soient beaucoup plus communes que les « arcs géants » observés à plusieurs reprises par le télescope Hubble. Cependant elles sont plus difficiles à détecter car moins étendues et de formes beaucoup plus variées.

### ***Des arcs gravitationnels observés avec le télescope spatial Hubble.***

© NASA/ESA Hubble Space Telescope /C. Faure (Zentrum Für Astronomie Heidelberg), J.P. Kneib (Laboratoire d'Astrophysique de Marseille)





C'est afin d'identifier de nouvelles « lentilles fortes » que les chercheurs ont analysé une série d'images à très haute résolution du champs COSMOS (images obtenues à partir des observations effectuées par l'Advanced Camera for Surveys (ACS) montée sur le télescope Hubble) couvrant une région de près de 2 degrés carrés sur le ciel (ou neuf fois la taille de la Lune). Ces observations ont été complétées par des images obtenues avec des télescopes au sol, comme le télescope Canada-France-Hawaii (INSU-CNRS, CNRC, Université d'Hawaii) et le Very Large Telescope de l'ESO.

Grâce à ce travail minutieux d'analyse, l'équipe a réussi la prouesse d'identifier 67 nouvelles lentilles gravitationnelles fortes autour de galaxies elliptiques et lenticulaires.

*Quelques images prises avec le satellite Hubble où l'on voit clairement apparaître les effets gravitationnels.*

*(© NASA/ESA HST / C. Faure, ZfAH, J.P. Kneib, LAM).*

Ce type de galaxie est à la fois pauvre en gaz et poussière et ne possède pas de bras spiraux. On observe généralement une lentille gravitationnelle comme une série d'arcs ou d'objets ponctuels brillants dans un amas de galaxies. Ce que l'on a observé ici est un phénomène similaire, mais à une échelle beaucoup plus petite : l'échelle des galaxies elliptiques, qui pèsent quelques centaines à quelques milliers de milliards de fois autant que le Soleil.

À partir de cette nouvelle découverte, les chercheurs vont pouvoir mesurer avec précision la masse des galaxies elliptiques, et éva-



luer la contribution des grandes structures dans la formation de ces images gravitationnelles. Parmi les nouvelles lentilles identifiées, les plus impressionnantes d'entre elles montrent les images distordues et allongées d'une ou deux galaxies lointaines. Au moins quatre de ces systèmes ont un anneau d'Einstein, c'est-à-dire une image complètement circulaire qui apparaît lorsque la galaxie lointaine, la galaxie massive qui agit comme lentille, et le télescope Hubble sont parfaitement alignés.

Les astronomes ont utilisé une méthode peu orthodoxe pour identifier ces incroyables lentilles naturelles de l'univers. Tout d'abord, ils ont sélectionné un échantillon de galaxies à partir d'un catalogue comprenant près de 2 millions de galaxies. Après cela, il a fallu inspecter chaque image du champ COSMOS à la recherche de lentilles gravitationnelles fortes. Finalement une série de tests ont été effectués afin de juger si l'image de la galaxie lointaine et la galaxie lentille étaient bien des objets différents, et non une seule galaxie avec une forme complexe. A partir de cet échantillon constitué « à l'œil nu », on pourra calibrer des logiciels robots qui permettront de découvrir de nouvelles lentilles fortes dans les images d'archives du télescope Hubble.

Ce nouveau résultat confirme que l'univers est rempli de lentilles gravitationnelles fortes. Une extrapolation sur l'ensemble du ciel permet de prévoir l'existence de près d'un demi-million de lentilles fortes ! L'étude de ces lentilles va permettre aux astronomes d'étudier la distribution de matière sombre au sein des galaxies lentilles. Lorsque le nombre de lentilles gravitationnelles découvertes sera suffisamment important, les astronomes pourront recenser avec une très grande précision toute la matière présente dans l'univers et confronter le résultat issu de leurs observations avec les modèles cosmologiques.

## **Choc frontal dans notre galaxie**

ULg

INTEGRAL, le satellite de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) observant les rayons gamma, a découvert pour la première fois une émission très énergétique provenant

de l'étoile massive Eta Carinae. Le voisinage de cette étoile est un des endroits les plus tourmentés de la galaxie, où les particules éjectées par l'étoile à des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde entrent en collision.

Eta Carinae est la seule source de rayons gamma observable à l'œil nu. Cette étoile est incroyablement massive, les astronomes l'appellent une hypergéante. Elle contient entre 100 et 150 fois la masse de notre Soleil, et brille autant que 4 millions de Soleil réunis. Les astronomes savent qu'Eta Carinae est en fait un système binaire, avec une deuxième étoile massive en orbite autour de la première.

On a longtemps suspecté que de telles étoiles massives binaires devaient émettre des rayons gamma, mais jusqu'à présent, aucun instrument n'avait pu les détecter. INTEGRAL a permis de montrer pour la toute première fois



*Vue d'artiste d'un système binaire à collision de vents. INTEGRAL, le satellite de l'ESA observant les rayons gamma, a découvert pour la toute première fois une émission provenant d'une étoile massive située « à notre porte », Eta Carinae.*

*Il s'agit d'un des endroits les plus violents de la galaxie, où des vents de particules chargées électriquement entrent en collision à des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde. Les rayons gamma proviennent d'une onde de choc se produisant entre les deux étoiles. (© ESA)*

qu'Eta Carinae émet du rayonnement à très haute énergie.

« L'intensité des rayons X est un peu plus basse qu'attendue, mais étant donné qu'il s'agit de la première observation sans ambiguïté de ce type d'objet, l'accord avec les prédictions théoriques est relativement bon », explique Jean-Christophe Leyder de l'Université de Liège et du centre des données INTEGRAL de l'Université de Genève.

La luminosité des étoiles massives est tellement intense que leurs vents stellaires peuvent atteindre des vitesses de 1500 à 2000 km/s. Lorsque deux étoiles massives se trouvent à proximité l'une de l'autre, comme c'est le cas dans le système binaire d'Eta Carinae, les vents s'entrechoquent, créant une onde de choc où les particules peuvent atteindre une énergie correspondant à une température équivalente à des milliards de degrés. « C'est un environnement extrême », explique J.-C. Leyder. Les astronomes appellent un tel système une binaire à collision de vents.

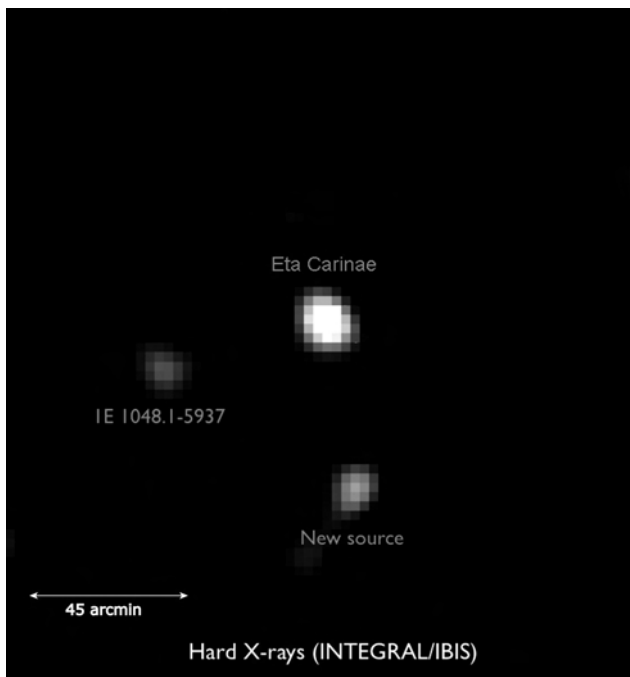
Des particules chargées négativement, appelées électrons, sont prises au piège dans le champ magnétique de l'onde de choc, traversant celui-ci à de nombreuses reprises, jusqu'à être accélérées à des énergies énormes. Lorsqu'elles quittent finalement l'onde de choc, ces particules rentrent en collision avec la lumière de l'étoile en lui transférant une partie de leur énergie, créant l'émission gamma observée par INTEGRAL.

Comprendre cette émission est important, car les astronomes pensent qu'elle se retrouve au cœur de multiples phénomènes dans l'univers. Les vents stellaires ont en effet de multiples implications sur l'évolution des étoiles, sur

l'évolution chimique de l'univers, et comme sources d'énergie dans la galaxie.

Les étoiles massives étant rares, les systèmes binaires le sont encore plus. « Dans notre Galaxie, il y a probablement environ à peine 30 à 50 binaires à collision de vents qui montrent une signature claire de collision de vents stellaires », explique J.-C. Leyder. Il y a un an, le satellite de l'ESA XMM-Newton a détecté des rayons X de basse énergie en provenance de HD 5980, une binaire à collision de vents située dans une galaxie proche, le petit nuage de Magellan.

*Image de la région autour d'Eta Carinae observée par INTEGRAL dans le domaine des rayons X durs. La distance entre Eta Carinae et la source ponctuelle 1E 1048.1-5937 est de 45 minutes d'arc.*  
(© ESA/ Integral, Leyder et al.)





*Vue d'artiste d'INTEGRAL, le satellite de l'ESA observant en rayons gamma.*  
© (ESA)

INTEGRAL détecte du rayonnement beaucoup plus énergétique qu'XMM-Newton. C'est pour cette raison qu'il a pu détecter le rayonnement gamma émis par Eta Carinae. À partir de diverses observations, les scientifiques ont pu déterminer qu'Eta Carinae éjecte environ une masse terrestre par jour dans son vent, soit 140 fois plus que la masse émise par l'étoile HD 5980. Eta Carinae, située virtuellement à notre porte, éloignée d'à peine 8 000 années-lumières, est suffisamment proche pour être étudiée en détail. Maintenant qu'ils savent à quoi s'attendre, les astronomes vont rechercher cette émission gamma en provenance d'autres étoiles binaires à collision de vents situées à plus grande distance.

## *Avalanches martiennes*

La sonde Mars Reconnaissance Orbiter de la NASA a photographié des avalanches en pleine action (photo page 150).

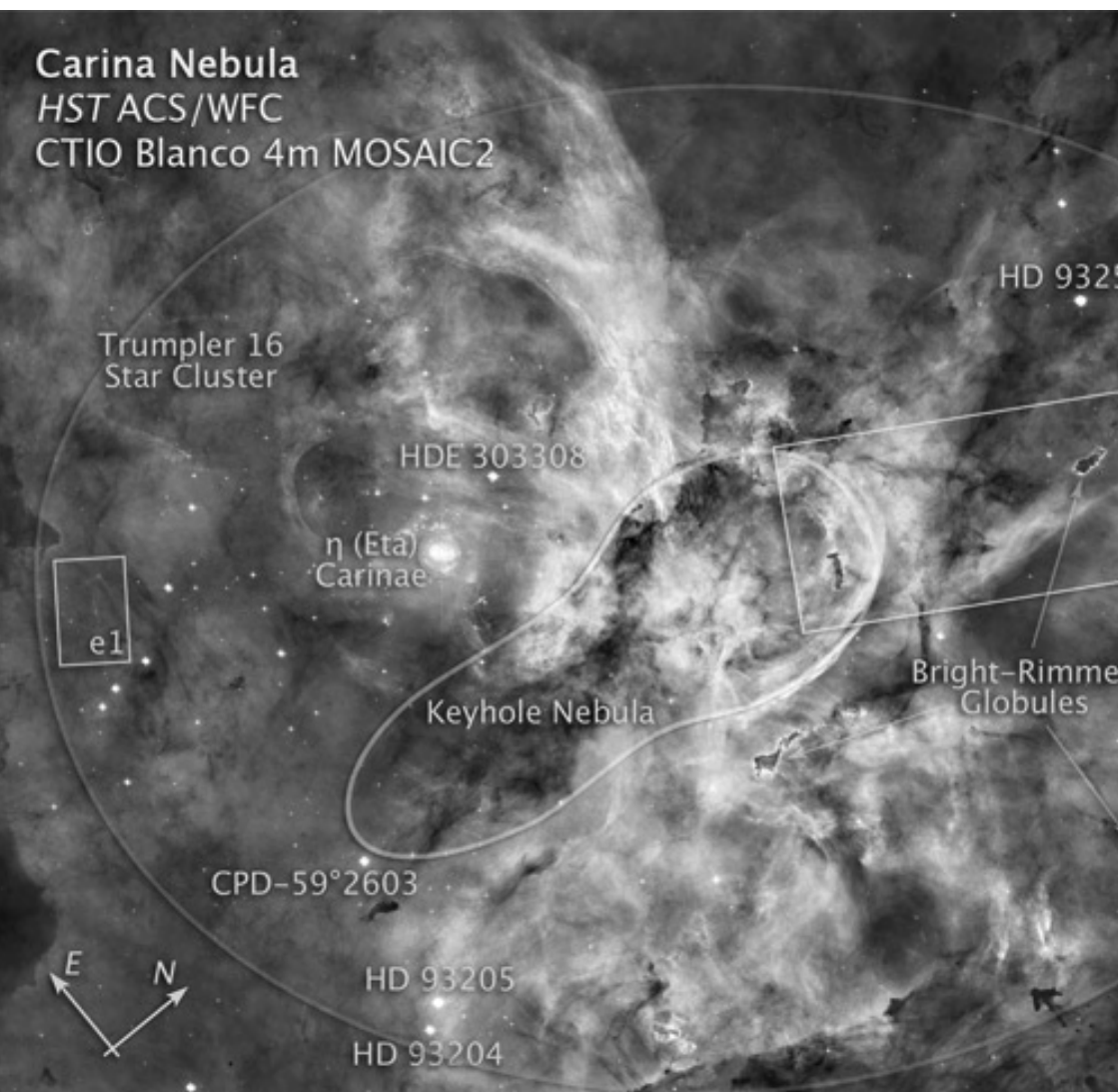
L'image de gauche montre le champ général avec des boîtes blanches indiquant les zones agrandies dans la partie droite.

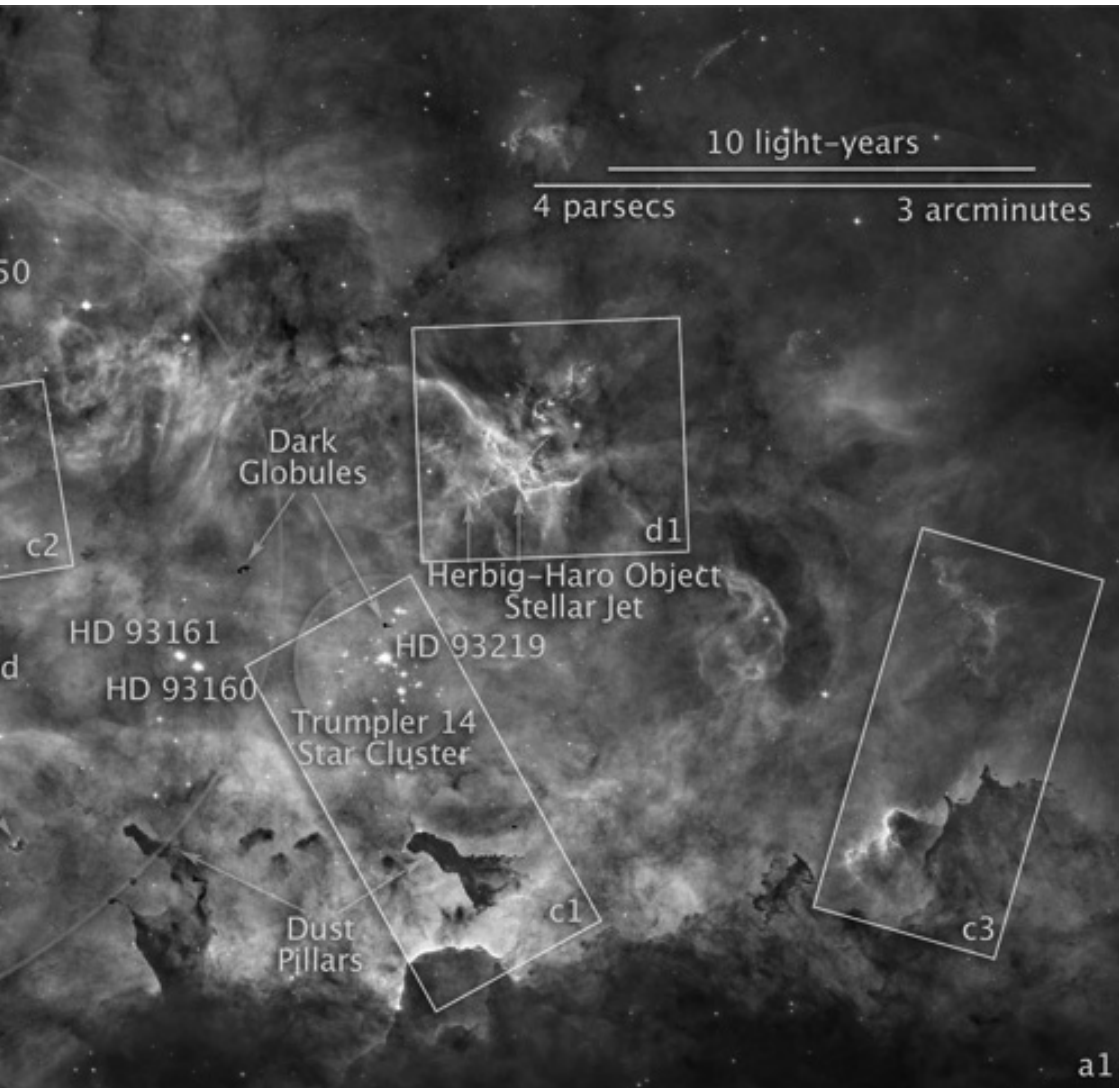
Les débris se sont détachés d'une imposante falaise pour dégringoler vers les pentes plus douces du bas. Ils consistent surtout en fines poussières de glaces et de roches, avec peut-être quelques gros blocs.

Le plus gros nuage fait près de 200 mètres et indique le chemin suivi par l'avalanche. Les ombres en bas à gauche de chaque nuage ajoutent une impression tridimensionnelle de la scène en montrant qu'il ne s'agit pas de marques au sol mais d'objets suspendus dans l'espace devant la falaise.

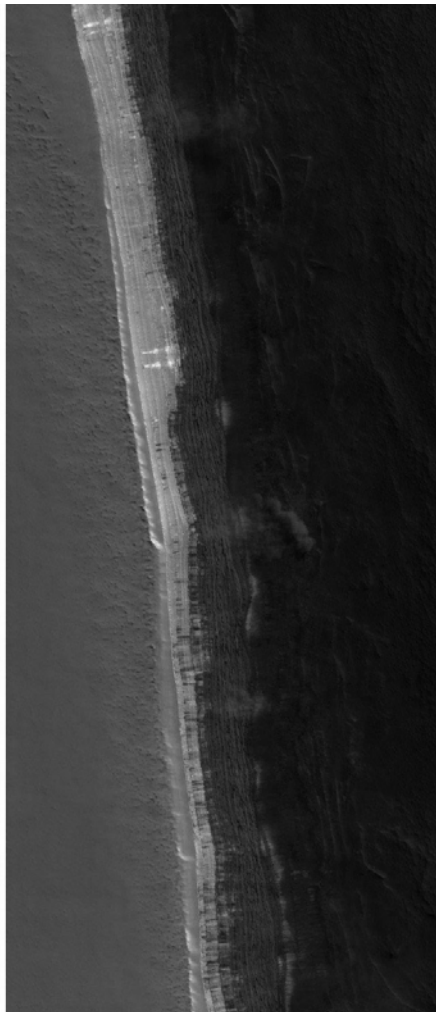
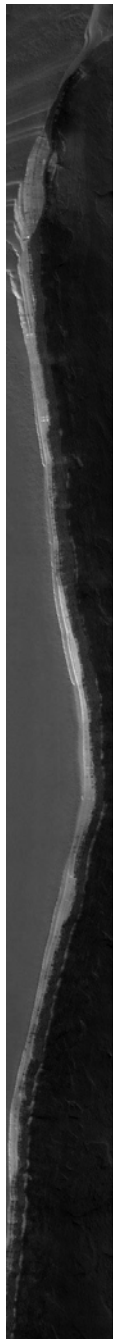
*Image de la Nébuleuse de la Carène, telle qu'observée avec le télescope spatial Hubble. La localisation d'Eta Carinae est indiquée.*

*(© NASA, ESA, UCB, N. Smith, STScI/AURA, The Hubble Heritage Team)*





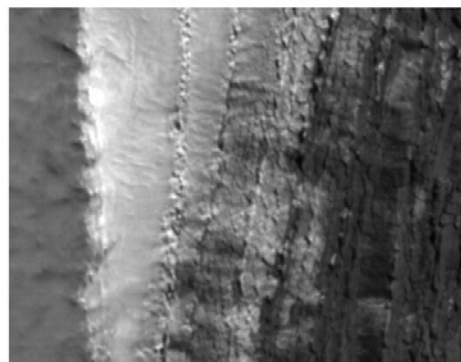
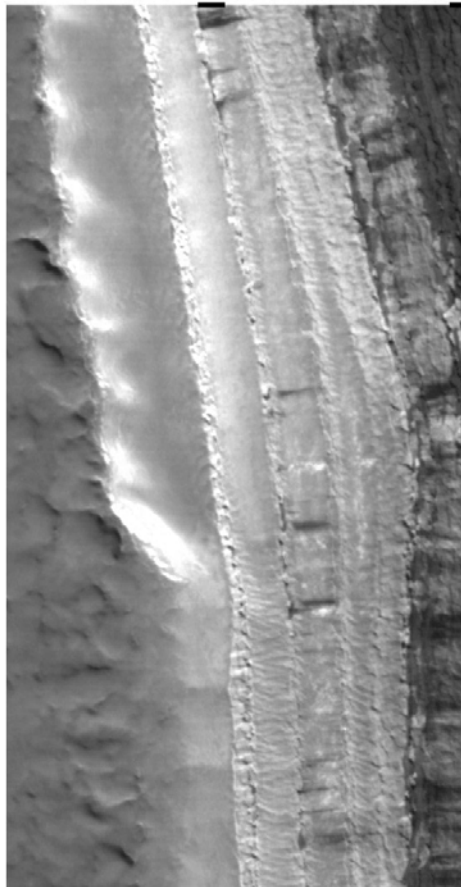
**PSP\_007338**



**"Ingrid's  
Avalanches" 2008 Feb 19**



**83.7N 235.8E**



# 2640



*Au moins quatre  
avalanches  
martiennes  
sont visibles  
sur ces images.  
L'observation a  
été effectuée le  
19 février 2008  
HiRISE sur le Mars  
Reconnaissance  
Orbiter.*

Les caméras embarquées sur les satellites tournant autour de Mars ont pris des milliers d'images qui ont permis aux scientifiques de reconstituer l'histoire géologique de la planète. La grosse majorité d'entre elles montrent des paysages figés qui n'ont pas dû se modifier considérablement depuis des millions d'années. Certaines images montrent bien des variations saisonnières mais, à l'exception des « tourbillons de sorcière », il est très rare de surprendre une modification en train de se produire. L'observation d'avalanches est une belle occasion d'apprendre quelque chose sur l'évolution de la surface de Mars.

On voit sur l'image le bord abrupt de la calotte faite de couches superposées de dépôts, et centrée sur le pôle nord. La falaise s'élève sur 700 mètres avec des pentes pouvant dépasser 60 degrés. À gauche, la partie supérieure est encore recouverte d'une pellicule blanche de neige carbonique (du dioxyde de carbone gelé) datant du dernier hiver et qui se résorbe à l'arrivée des beaux jours. En dessous se superposent des couches de glace mêlées à de la poussière. Les dépôts inférieurs, plus sombres, s'étalent sur de pentes plus douces, d'une vingtaine de degrés, et montrent deux sortes de matériaux de teintes différentes. Dans la plaine on peut distinguer les formes ondulantes de dunes.

La zone supérieure, très abrupte, est fortement fracturée et c'est certainement là qu'il faut chercher le départ des avalanches. Leur cause n'est pas encore bien déterminée mais on peut penser à la disparition de la neige carbonique, à l'expansion ou la contraction de la glace en réponse aux variations de température, à un séisme ou encore un impact météoritique.

L'observation future de la région montrera d'où sont parties les avalanches, où les débris se

sont accumulés, et quelle quantité s'est ainsi détachée de la falaise. A la longue, on pourra estimer la vitesse d'érosion et évaluer la manière dont évoluent les paysages polaires et le cycle des éléments volatils que sont l'eau et la neige carbonique.

Cet examen devrait aussi apporter des précisions sur la nature des matériaux en jeu.

## ***Du sable autour de KH 15D***

Comme beaucoup d'étoiles jeunes, l'un des membres du couple KH 15D est entouré d'un disque protoplanétaire. Cette binaire est située à 2 400 années-lumière et ses dimensions dépassent celles de l'orbite de Jupiter.

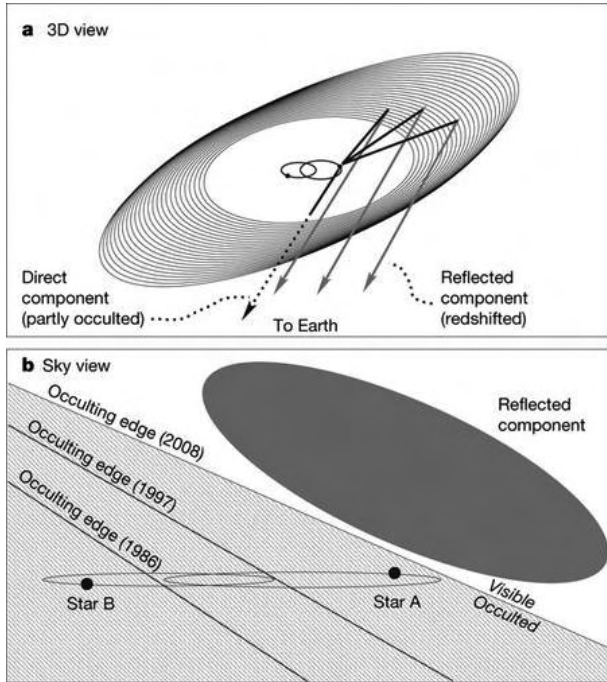
L'étude photométrique du système a montré un affaiblissement périodique survenant tous les 48 jours que l'on a vite attribué au fait que l'autre étoile, dans son mouvement orbital, s'élevait au-dessus du disque, ou rentrait dedans. A plus long terme, la phase d'éclipse s'agrandit, les deux étoiles se camouflant plus complètement derrière le voile de poussière.

L'observation des éclipses et l'analyse de la lumière réfléchiée par le disque ont permis de montrer que les particules sont beaucoup plus grosses que les poussières trouvées habituelle-



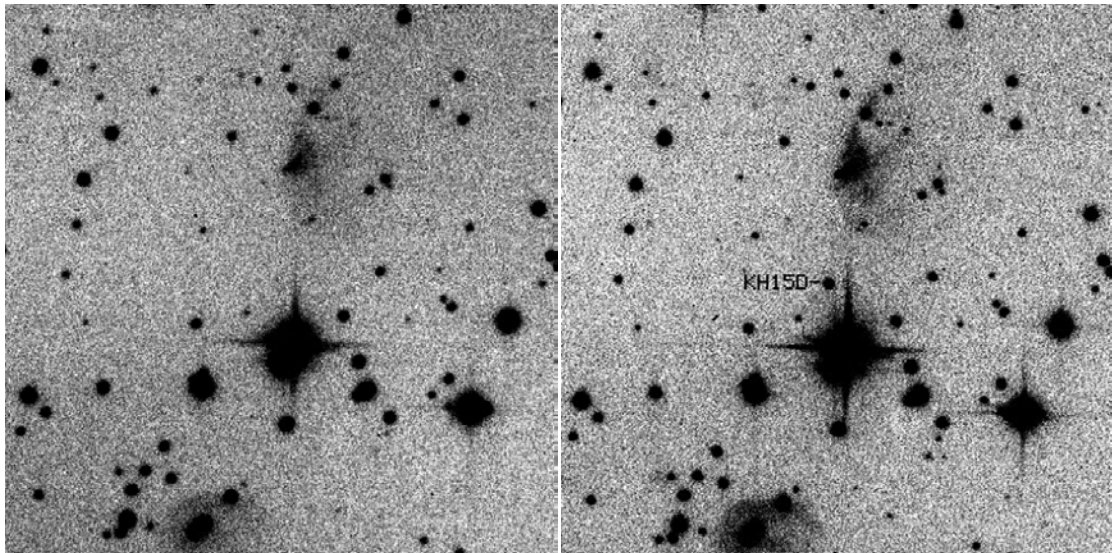
***Vue d'artiste de planète  
peut-être en formation  
autour de KH 15D.  
(© Michael Carroll)***





**Orbite du couple KH 15D.**  
Les étoiles sont actuellement occultées par l'anneau mais on peut voir la lumière que réfléchissent les grains de poussières. Le plan de rotation des deux étoiles et l'anneau sont en mouvement relatif à l'échelle des années. L'apparence de ce système binaire évolue. Ainsi, en 1997, l'étoile A était parfois visible et B continuellement occultée. (© Nature)

**Images de découverte de KH 15D hors éclipse (droite) et en éclipse prises avec le télescope de 60 cm de Wesleyan.**



ment dans l'espace. Leur taille est de l'ordre du millimètre, soit celle de grains de sable. C'est aussi la dimension caractéristique des chondrules, grumeaux vitrifiés présents dans de nombreuses météorites. KH 15D se révèle donc d'un intérêt tout particulier pour la compréhension de l'origine des systèmes planétaires.

Une animation du système peut être vue sur le site web [http://www.wesleyan.edu/newsrel/kh15d\\_animation.html](http://www.wesleyan.edu/newsrel/kh15d_animation.html).

Les observations ont été faites avec certains des plus grands télescopes du monde, dont un des Keck de 10 mètres, ainsi qu'avec des instruments plus modestes.

## ***Le cratère de Carancas***

Le joli cratère de 15 mètres formé par la chute d'une météorite en septembre dernier au Pérou montre que les roches provenant de l'espace ne se désintègrent pas nécessairement

***Le cratère et le «lac» de Carancas. Après l'impact de la météorite des rumeurs inquiétantes avaient circulé faisant état d'émanations toxiques en provenance du cratère. (© Peter Schultz, Brown University)***

## ***Images satellite et trajectoire estimée de la météorite de Carancas.***

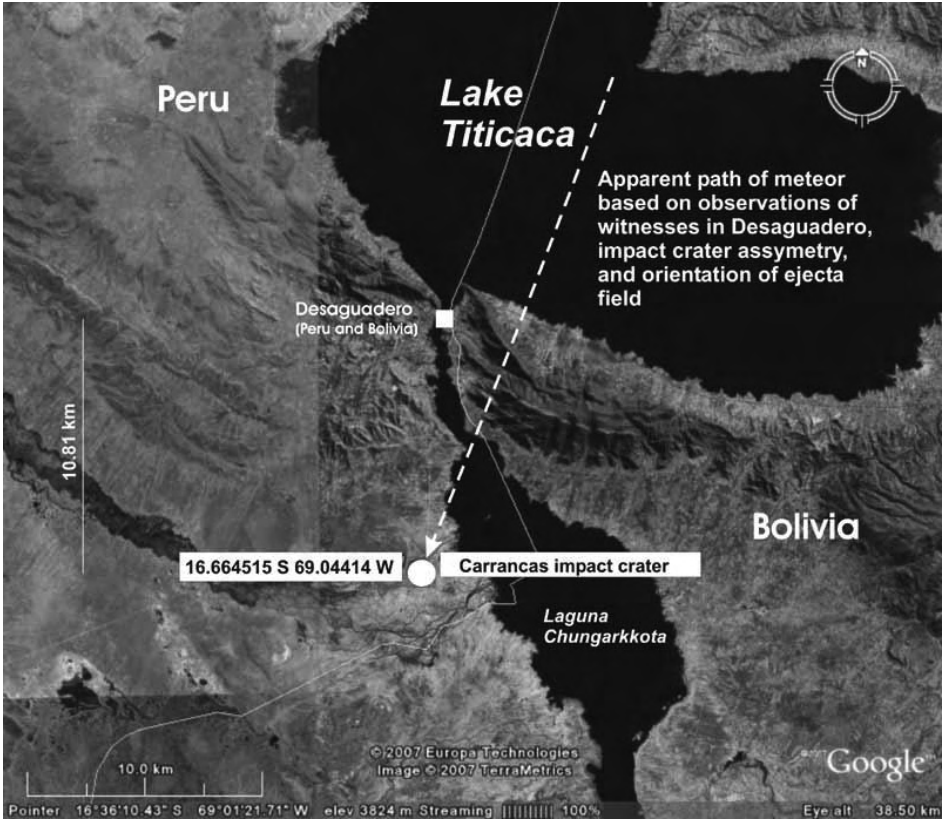
***(© L.E. Jackson, Geological Survey, Canada / Google)***

dans l'atmosphère. Sans doute s'y brisent-elles, mais, sous l'effet de la grande vitesse, les fragments se rassemblent sous une forme aérodynamique et optent pour un impact groupé.

Les analyses du sol et des débris éparpillés aux environs du cratère ont montré que la vitesse d'impact était de l'ordre de 25 000 km/h et que l'objet était une météorite rocheuse. Selon les idées conventionnelles, une telle météorite – de petite taille au vu de la petitesse du cratère – aurait dû se désintégrer totalement et rapidement dans l'atmosphère. Et si elle ne se désintégrait pas, elle devait ralentir considérablement et être incapable de former un cratère décent. Au lieu de cela, la météorite du cratère de Carancas a poursuivi sa route à 40 ou 50 fois la vitesse attendue.

Peut-être y a-t-il sur Terre beaucoup de petits lacs ou de petites mares dont l'origine est due à une météorite. Les identifier n'est cependant pas évident puisque les débris de l'impact sont très éparpillés.





## **Smart-1**

L'ESA publie une carte détaillée du pôle sud de la Lune basée sur les observations de la sonde Smart-1 (voir couverture 1, et ci-dessous). Lors de cette mission de l'ESA, la caméra AMIE (Advanced Moon Imaging Experiment) avait obtenu en une année de nombreuses images de la région polaire australe avec une résolution inédite et sous toutes les conditions d'éclairage possibles. L'orientation de l'axe de notre satellite est telle que la lumière solaire est rasante aux pôles et que certaines zones sont perpétuellement dans l'ombre et d'autres constamment éclairées.

C'est dans les régions d'ombre que la mission Lunar Prospector avait noté un excédent d'hydrogène suggérant la possibilité de la glace d'eau. La présence possible de glace et des zones d'éclairage exceptionnel font de cet endroit un bon candidat pour poursuivre l'exploration de notre satellite.

Le pôle sud est situé au bord du cratère Shackleton, lui-même situé sur le tour intérieur du bassin géant d'Aitken, le plus grand bassin d'impact du système solaire, avec un diamètre de 2 600 km.

*Carte annotée correspondant à la mosaïque présentée en couverture 1.  
(© ESA/Smart-1)*

