

L'astronomie dans le monde

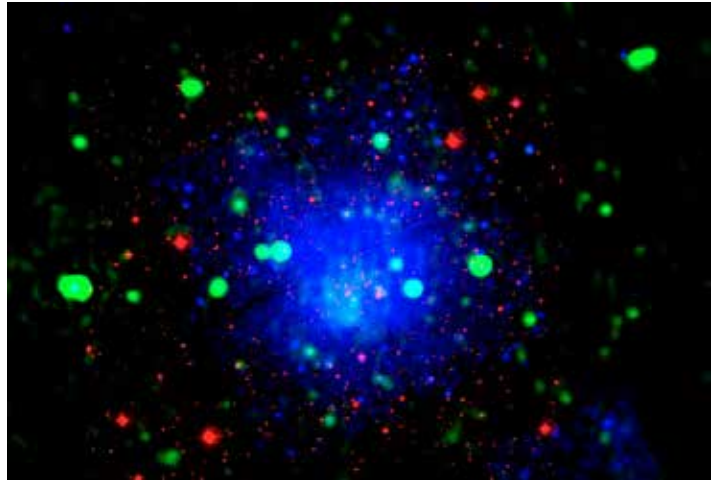


Chocs d'amas

Le télescope spatial Chandra a révélé la deuxième plus forte collision connue entre amas de galaxies. Seul l'amas « Bullet » fait mieux.

Le choc parcourt l'amas Abell 655 distant de plus de 3 milliards d'années-lumière à la vitesse de 2 700 kilomètres par seconde.

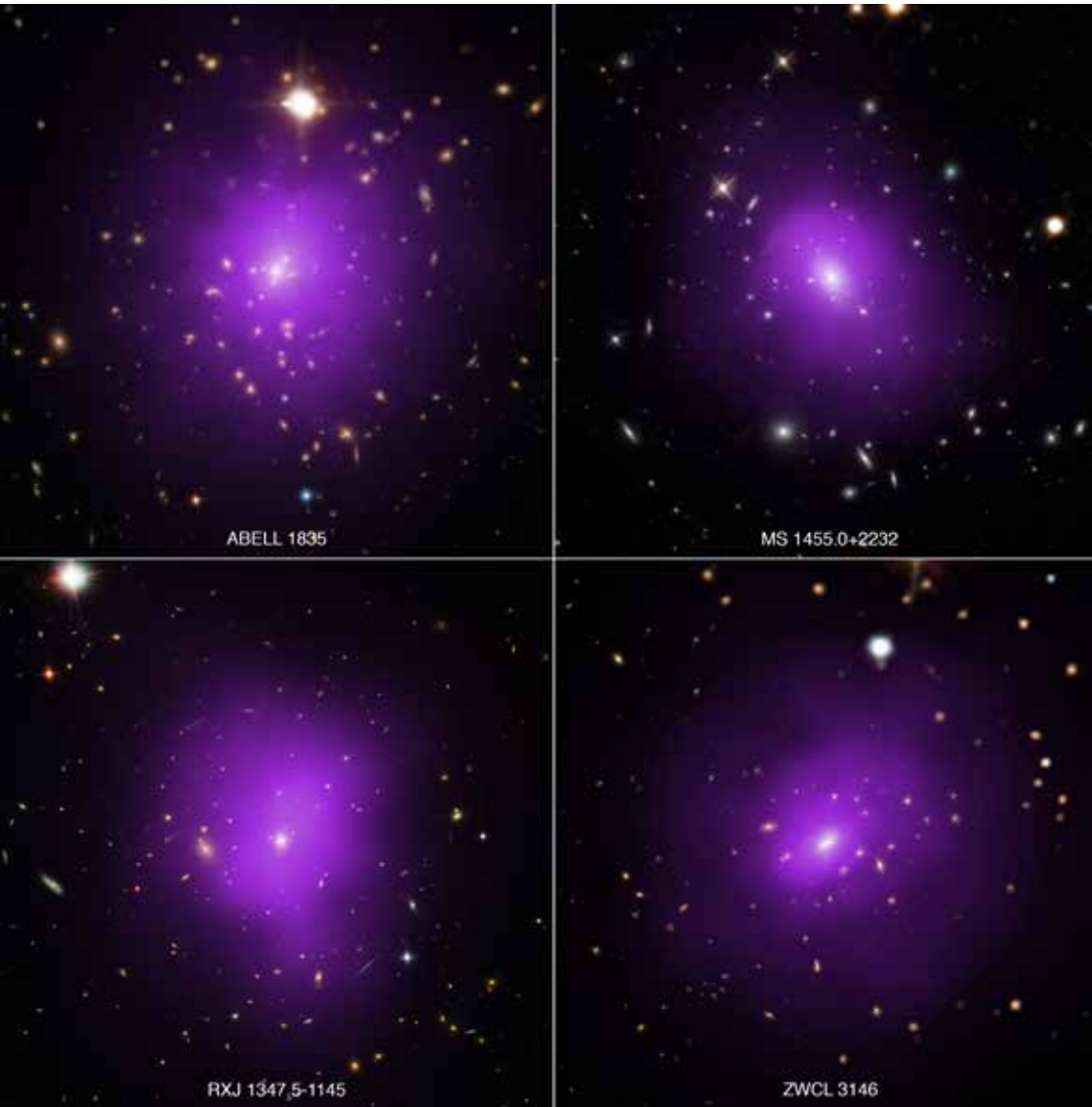
***L'amas de galaxies Abell 655.
Cette photo superpose des
images optique (en rouge),
radio (en vert) et X (en bleu).
(Chandra X-Ray
Observatory)***



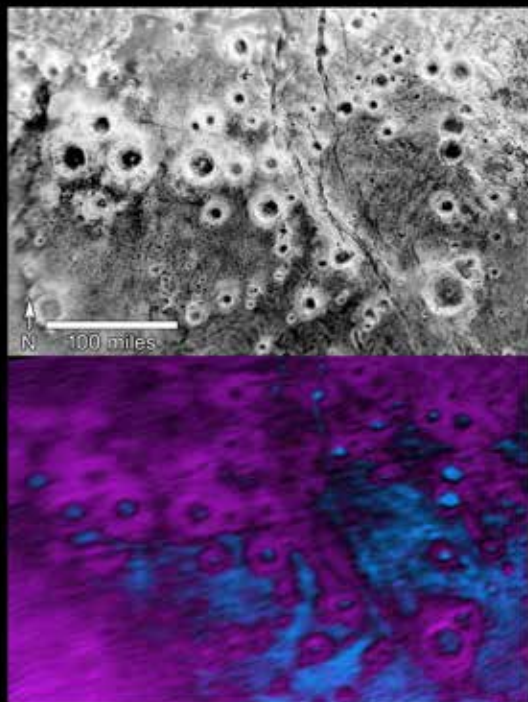
Amas de galaxies

Les données accumulées par le télescope spatial X Chandra montrent une grande similarité entre tous les amas de galaxies jusqu'à des distances de plus de 8 milliards d'années-lumière. Leur profil en rayons X est toujours le même. Comme des poupées russes, seule leur taille diffère. En combinant ce résultat avec

les observations de supernovæ faites au sol par de multiples télescopes et avec les données du télescope spatial Planck sur le fond cosmique en micro-onde, les astronomes pensent pouvoir confirmer que les propriétés de l'énergie noire n'ont pas changé depuis des milliards d'années et qu'elle est bien la constante cosmologique proposée par Einstein.



Images combinées X (pourpre) et optiques (rouge, vert et bleu) de quatre amas de galaxies. Les données X proviennent du télescope spatial Chandra. Les données optiques viennent du télescope spatial Hubble et du Sloan Digital Sky Survey. (NASA/CXC/Univ. of Alabama/A. Morandi et al; SDSS, NASA/STScI)



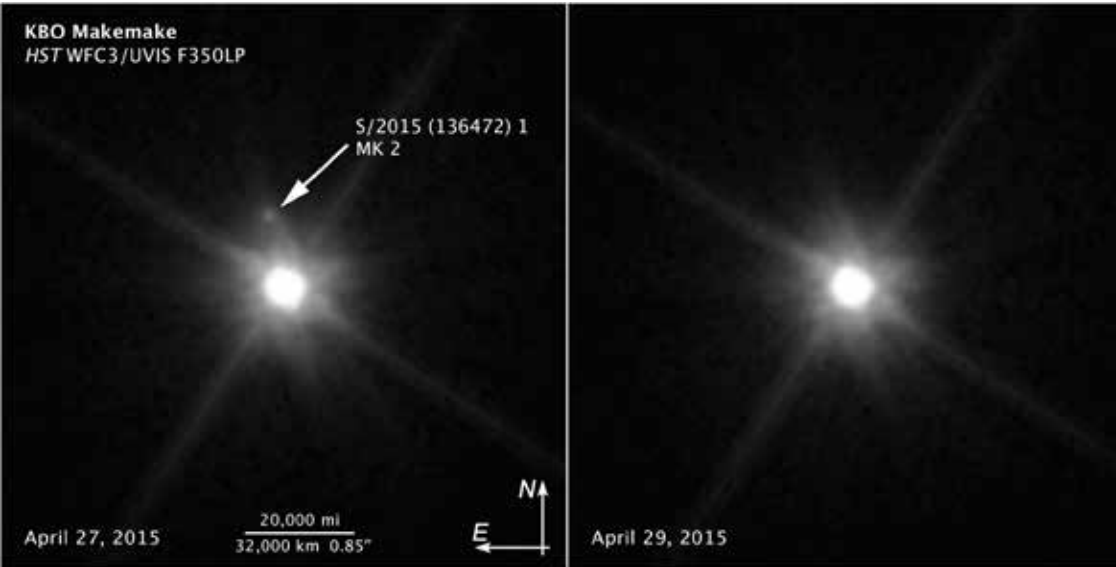
Halos sur Pluton

Terra Vega se trouve à l'extrême ouest de l'hémisphère de Pluton observé par New Horizons lors de son passage rapproché en juillet dernier. On y voit des dizaines de cratères entourés de halos, leur muraille étant plus blanche que leur fond et que les terrains environnants.

Des images infrarouges obtenues avec LEIAS (Ralph/Linear Etalon Imaging Spectral Array) permettent de tracer la répartition des glaces de méthane et d'eau à la surface de la planète naine. Elles montrent une belle corrélation du méthane et des halos alors que la glace d'eau se trouve surtout au fond des cratères et

Terra Vega est une région de Pluton ponctuée d'étranges cratères entourés de halos clairs. L'image du bas montre la répartition des glaces de méthane (en pourpre) et d'eau (en bleu).
(NASA/JHUAPL/SwRI)

sur les plaines voisines. Le fait que le méthane se dépose préférentiellement sur les murailles laisse les astronomes perplexes. Ils le comprennent d'autant moins que cela n'est vrai que dans des zones limitées de la petite planète et pas sur toute sa surface.



Makémaké

Basé sur un communiqué NASA

Les images prises par le télescope spatial Hubble révèlent la présence d'un petit satellite – S/2015 (136472) 1 ou « MK 2 » – autour de Makémaké, la plus brillante (magnitude 17) des planètes naines après Pluton dans la ceinture de Kuiper. Makémaké rejoint donc le clan des planètes naines de la ceinture de Kuiper qui possèdent des satellites. Éris en a un (Dysnomie), Hauméa deux (Namaka et Hi'iaka) et Pluton cinq (Charon, Styx, Nix, Kerberos et Hydra). L'absence de satellites serait donc plutôt l'exception parmi cette faune, ainsi d'ailleurs que parmi les transneptuniens en général (voir la figure de la page suivante).

MK 2 est 1 300 fois plus faible que Makémaké. Son diamètre est estimé à environ 150 kilomètres, à comparer aux 1 430 kilomètres de sa planète. Le rayon de l'orbite est estimé à environ 20 000 kilomètres mais on ne sait pas encore quelles sont sa forme et son orientation exactes.

La ceinture de Kuiper est le vaste réservoir contenant des vestiges de la formation du

Le satellite de Makémaké se dérobe à la vue lorsqu'il est près de la planète. (NASA, ESA, Levay/STScI). A. Parker/Southwest Research Institute).

Système solaire. Les cinq plus gros de ces fossiles sont dits « planètes naines » par l'Union Astronomique Internationale. Makémaké, est l'une d'elles, nommée en l'honneur d'un dieu de l'Île de Pâques.

C'est le télescope spatial Hubble qui a permis de découvrir le petit satellite en utilisant la même technique d'observation qui avait conduit à la découverte des petits satellites de Pluton en 2005, 2011 et 2012. L'orbite de MK 2 est vue pratiquement de profil, ce qui explique peut-être pourquoi des recherches antérieures n'avaient pas permis de le voir. Il est effectivement très difficile de le distinguer en dehors des moments d'élongation maximale.

Trouver une lune autour d'une planète permet d'estimer la masse et la densité de celle-ci. C'est ce qui avait permis en 1977, avec la découverte de Charon, de montrer que la masse de Pluton était bien moindre

Les plus grands objets transneptuniens connus



que ce que l'on croyait. Ce sont des données importantes pour comprendre l'évolution de la planète. Lorsque l'on connaîtra l'orbite précise de MK 2 autour de Makémaké, on pourra comparer la composition globale de cette dernière à celle de Pluton. On sait déjà que ces deux planètes naines sont recouvertes de glace de méthane. Mais quelle est la composition interne de Makémaké ?

Une orbite circulaire pour MK2 indiquerait que cette lune provient d'une collision avec un autre objet de la ceinture de Kuiper (KBO). Si l'orbite se révélait être très allongée, cela indiquerait plutôt la capture d'un KBO. Ces événements auraient eu lieu à l'aube du Système solaire.

L'existence d'un satellite explique sans doute les variations de luminosité de Makémaké en infrarouge observées antérieu-

La plupart des gros transneptuniens possèdent des satellites. (wikipedia, NASA)

rement. On avait imaginé que la petite planète n'était peut-être pas uniformément brillante, et que des zones étaient chauffées plus efficacement par le Soleil que d'autres. Mais dans ce cas les variations auraient dû être plus importantes que celles qu'on observait. La présence d'un satellite sombre résout sans doute la question.

Mais pourquoi MK 2 est-il sombre alors que sa planète est aussi brillante que de la neige ? Peut-être n'a-t-il pas une gravité suffisante pour retenir le gaz lorsque la glace se sublime sous l'effet des rayons solaires. C'est aussi le cas des petits objets de la ceinture de Kuiper et des noyaux cométaires qui sont le plus souvent très sombres.



*Vue d'artiste du système de
Makémaké.
(NASA, ESA, A. Parker/Southwest
Research Institute)*

Comète sans queue

Basé sur un communiqué ESO

La comète C/2014 S3 (PanSTARRS) est le premier objet connu doté d'une orbite cométaire à longue période et présentant les caractéristiques d'un astéroïde primitif du Système solaire interne. Cette découverte devrait livrer d'importantes informations concernant la formation du Système solaire.

Cet objet PanSTARRS (Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System) est unique et semble s'être formé

relativement près du Soleil, à la même époque que la Terre. Il a été préservé des milliards d'années durant à l'intérieur du Nuage d'Oort.

Les observations effectuées au moyen du VLT de l'ESO et du télescope CFHT (Canada France Hawaii Telescope) ont révélé ses caractéristiques d'astéroïde primitif du Système solaire interne, bien différencié des astéroïdes « contemporains ». À ce titre, il constitue l'une

La comète C/2014 S3 (PanSTARRS) vue par le télescope CFHT (Canada France Hawaii Telescope).

(K. Meech/IfA/UH, CFHT/ESO)





des briques potentielles des planètes rocheuses telles que la Terre. Tous les astéroïdes que nous connaissons ont été altérés par ces milliards d'années passées à proximité du Soleil.

C/2014 S3 a dans un premier temps été assimilé à une comète faiblement active – il était alors deux fois plus éloigné du Soleil que la Terre. Sa longue période orbitale actuelle (environ 860 ans) suggère qu'il provient du Nuage d'Oort et qu'il fut récemment poussé à orbiter à plus grande proximité du Soleil.

Les astronomes ont très rapidement saisi le caractère inhabituel de C/2014 S3. Contrairement à la plupart des comètes dotées d'une longue période orbitale, cet objet ne développe pas de queue en dépit de sa grande proximité avec le Soleil. D'où son surnom de comète Manx, à l'image de cette race de chats dépourvus de queue.

Durant les semaines qui suivirent sa découverte, on a obtenu des spectres de cet objet peu lumineux au moyen du VLT de l'ESO au Chili. Une étude approfondie de la lumière réfléchie par C/2014 S3 révèle qu'elle est typique des astéroïdes de type S, qui pour la plupart occupent la ceinture principale

*L'histoire probable de la comète entre les régions internes et externes du Système solaire est décrite dans ce diagramme couvrant plus de 4 milliards d'années. La plus grande partie de son temps s'est passée dans les confins glacés du nuage d'Oort.
(ESO/L. Calçada)*

*Impression d'artiste : le noyau de la comète C/2014 S3 (PanSTARRS). Née dans la même région que la Terre cette comète a une très faible activité.
(ESO/M. Kornmesser)*



d'astéroïdes, entre les planètes Mars et Jupiter. Sa lumière diffère de celle des comètes qui sont censées se former dans le Système solaire externe et sont glacées, plutôt que rocheuses. En outre, il semble que la matière dont cet objet est constitué a subi très peu de changement, suggérant qu'il a été congelé très longtemps. La très faible activité cométaire observée sur C/2014 S3 – des millions de fois plus faible que celle qui caractérise les comètes actives de longue période situées à même distance du Soleil, s'explique par la sublimation de la glace d'eau.

De ces observations, les auteurs concluent que cet objet, probablement constitué de cette matière primitive constitutive du Système solaire interne, serait longtemps demeuré au sein du Nuage d'Oort, et qu'il effectuerait à présent son retour dans le Système solaire interne.

Certains modèles théoriques sont capables de restituer – en grande partie tout

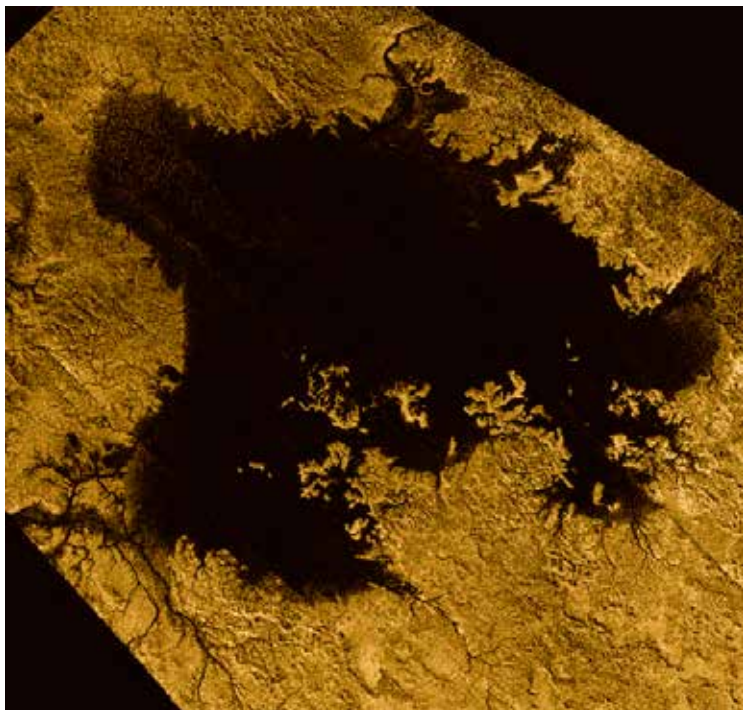
au moins – la structure actuelle du Système solaire. Ils se différencient notamment au travers des objets peuplant le Nuage d'Oort, et plus particulièrement au travers du nombre de corps glacés et du nombre de corps rocheux qu'ils prédisent. La toute première découverte d'un corps rocheux en provenance du Nuage d'Oort constitue donc un test important de ces modèles. Les auteurs pensent que l'observation de 50 à 100 comètes Manx sera nécessaire pour discriminer les modèles actuels, augurant par là-même d'une nouvelle ère dans l'étude des origines du Système solaire.

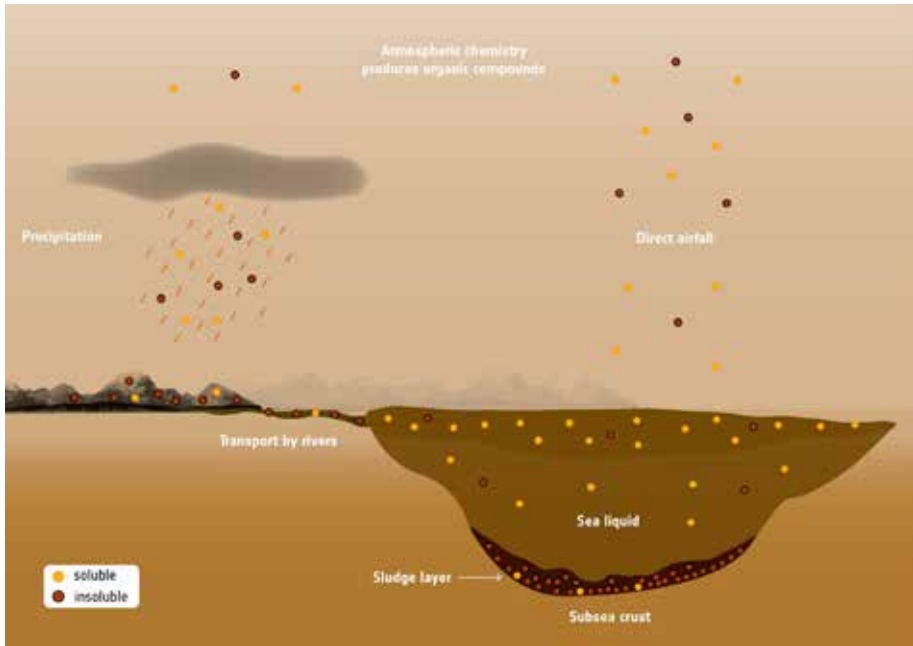
En fonction des résultats nous pourrons savoir si les planètes géantes ont parcouru le Système solaire durant leur enfance, ou si elles ont grandi tranquillement, sans se déplacer beaucoup.

Titan

Titan, la seule lune du Système solaire ayant une atmosphère dense et des mers, est en quelque sorte une planète de type terrestre. Mais si son atmosphère est, comme celle de la Terre faite en majorité d'azote, le reste n'est pas de l'oxygène, mais surtout du méthane. Et si les océans terrestres sont remplis d'eau, les mers de Titan le sont d'hydrocarbures. La température est si basse que le méthane et l'éthane peuvent y exister à l'état liquide.

***Ligeia Mare, vue ici en fausses couleurs est la deuxième plus grande étendue liquide de Titan.
(NASA/JPL/Cassini)***





***Illustration des mécanismes pouvant amener des composés organiques dans les mers et lacs de Titan.
(NASA/JPL)***

La sonde Cassini nous a appris que deux pour cent de la surface de Titan sont recouverts de liquide, principalement dans trois grandes mers situées près du pôle nord. L'hémisphère sud ne montre quant à lui qu'un seul grand lac.

L'éthane est produit en abondance par la dissociation du méthane atmosphérique par les rayons solaires et l'on pensait initialement que l'éthane serait le liquide le plus abondant des mers. Mais les observations de la plus grande des mers, Ligeia Mare, ont révélé que c'est le méthane. Il faut donc admettre que l'éthane est retiré de la mer par un mécanisme quelconque, ou que du méthane arrive en permanence. Peut-être l'éthane se fait-il piéger sous le fond de la mer, ou est-il évacué dans une mer voisine, Kraken Mare ?

C'est la combinaison de plusieurs séries d'observations radar par Cassini qui ont fourni ces résultats. Les échos ont permis de mesurer la profondeur de la mer de Ligeia. Celle-ci atteint jusqu'à 160 mètres, ce qui constitue

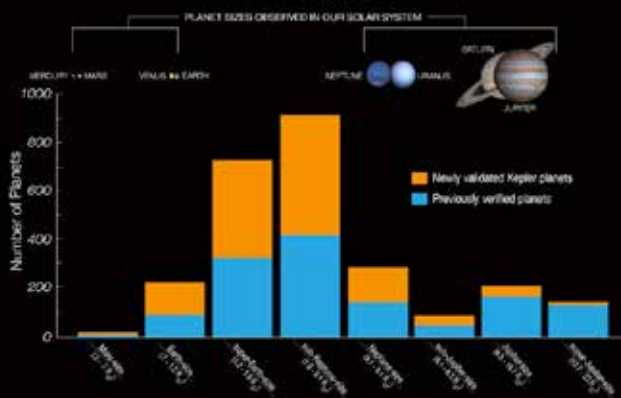
une grande surprise pour les astronomes.

Le fond de la mer est couvert d'une boue de composés organiques. L'azote et le méthane atmosphériques réagissent pour former toute une série de molécules organiques. Celles-ci peuvent tomber sur les mers directement ou y arriver sous forme de pluie, ou par des rivières. Certains de ces composés se dissolvent dans le méthane mais d'autres insolubles, comme les nitriles ou le benzène, précipitent sur le fond.

L'évolution des températures de la mer et de ses rivages entre l'hiver et le printemps est très similaire, alors que les scientifiques s'attendaient à ce que les terres se réchauffent plus vite. Cela peut s'expliquer si les rives de Ligeia Mare sont gorgées d'hydrocarbures liquides. Elles se comporteraient alors comme la mer.

Known Transiting Planets by Size

As of May 10, 2016



La distribution des tailles des exo-planètes connues, en comparaison avec les planètes du Système solaire. En orange les 1284 nouvelles planètes validées statistiquement. (NASA Ames / W. Stenzel)

Planètes Kepler

1 284 nouvelles planètes parmi les candidates Kepler ont été validées, ce qui fait plus que doubler le nombre de ces « confirmations ». Pourquoi des guillemets ? Les planètes n'ont pas été confirmées par des observations supplémentaires, spectroscopiques et autres, mais seulement par une méthode permettant d'estimer la probabilité que les signaux détectés par Kepler proviennent bien du transit d'une planète devant une étoile. Cela n'est donc pas certain à 100% et peut prêter à la critique, alors que les autres méthodes ne laissent guère planer de doutes.

La technique utilisée ici fait appel à deux sortes de simulation. Tout d'abord la simulation du transit de planètes, mais aussi d'« imposteurs » – de petites

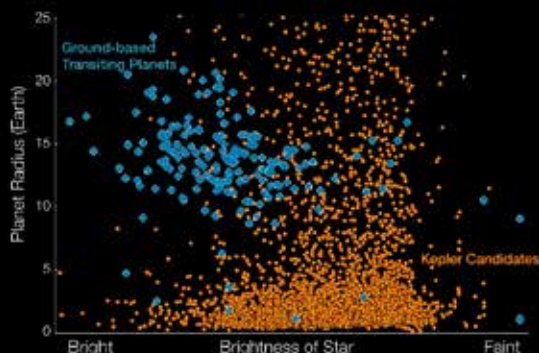
Les planètes Kepler sont généralement plus petites et tournent autour d'étoiles plus faibles que celles détectées depuis le sol – si l'on excepte des programmes dédiés tels que SPECULOOS (voir page 334)

étoiles s'interposant devant la cible – que l'on peut comparer au signal observé. Ensuite l'estimation du nombre de tels imposteurs dans la Voie lactée. On obtient de cette façon pour chaque candidate une probabilité qu'il s'agisse bien

d'une planète. C'est ainsi que parmi les 1 284 objets en question il y en a selon toute vraisemblance une douzaine qui ne sont pas des planètes.

En abaissant un peu les contraintes, les astronomes estiment que 1 327 autres candidates sont elles aussi très probablement des planètes, mais n'atteignent pas le seuil de confiance de 99% imposé par l'équipe. Il y

The Kepler Follow-up Challenge



Follow-up observations are time and resource intensive!

aurait donc plusieurs dizaines d'imposteurs parmi celles-ci.

Le travail a été effectué sur les 4 302 planètes potentielles que contenait le catalogue Kepler en juillet 2015. Outre les planètes probables et très probables révélées par les simulations, 984 étaient des planètes déjà confirmées – ce qui donne confiance dans la technique utilisée – et le reste des candidates correspondaient à d'autres phénomènes.

En se basant sur la taille des meilleures candidates, on trouve que près de 550 d'entre elles pourraient être des planètes rocheuses comparables à la Terre. Neuf d'entre elles ont des orbites dans la fameuse zone habitable où l'eau de surface peut former des lacs.

Avec ces derniers résultats de Kepler on connaît maintenant plus de 3 200 exoplanètes presque certaines sur un total d'environ 5 000 candidates, et c'est Kepler qui se taille la part du lion.

Transit de Mercure

Le transit de Mercure le 9 mai a été observé par de nombreux amateurs (cf. la Galerie, mais aussi par les observatoires solaires au sol comme dans l'espace, ces derniers permettant d'observer dans toute la gamme des rayonnements électromagnétiques.

Mercure aborde le disque solaire dans cette image du transit prise depuis l'espace par le Solar Dynamics Observatory à la longueur d'onde de 171 Angstroms.
(NASA/SDO)

Une image X de Mercure passant devant l'atmosphère du Soleil, capturée par l'un des trois instruments de l'observatoire solaire spatial Hinode.

(Hinode JAXA/NASA/XRT; Keiji Yoshimura, Patricia Jibben)



Quatre lasers au-dessus de Paranal

Basé sur un communiqué ESO

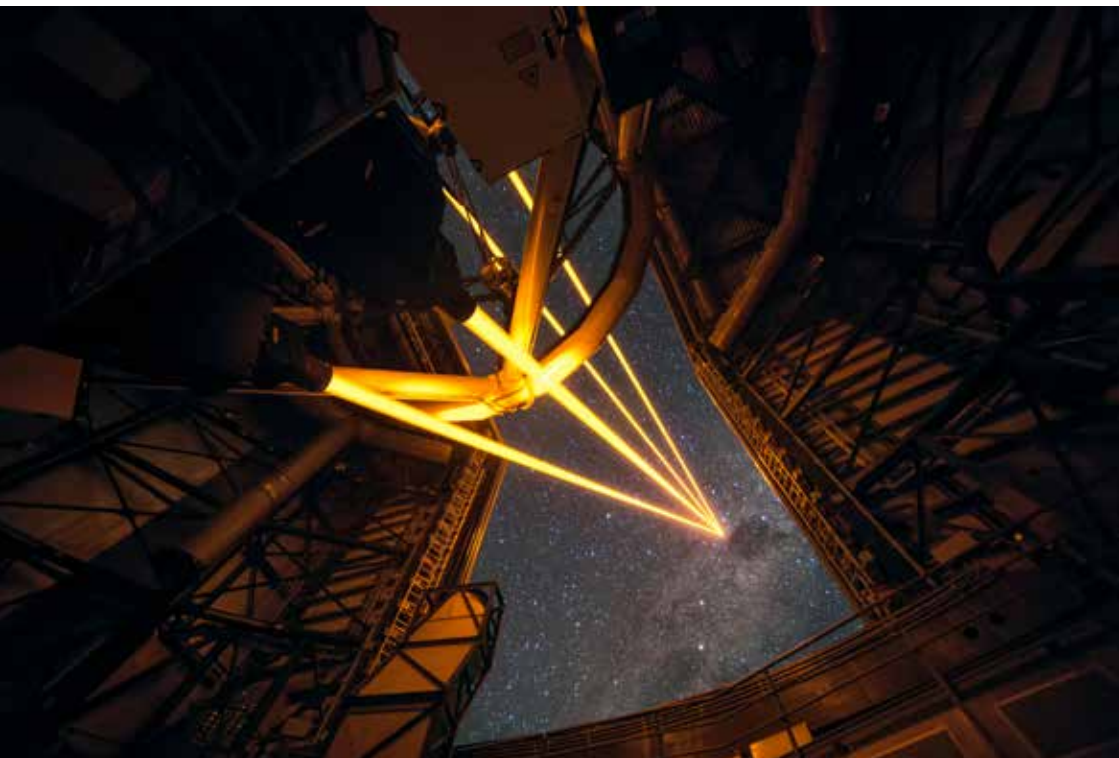
Le 26 avril dernier, l'observatoire de Paranal de l'ESO au Chili fut le théâtre d'une cérémonie marquant la première lumière des quatre puissants lasers qui constituent une part importante du système d'optique adaptative installé sur le Très Grand Télescope (VLT) de l'ESO. Les participants ont assisté à une spectaculaire mise en scène de la technologie laser de pointe sur le magnifique ciel de Paranal. Ces étoiles guides laser sont les plus puissantes utilisées à ce jour dans le domaine de l'astronomie et cet événement marque la première utilisation d'un système multiple d'étoiles guides laser à l'ESO.

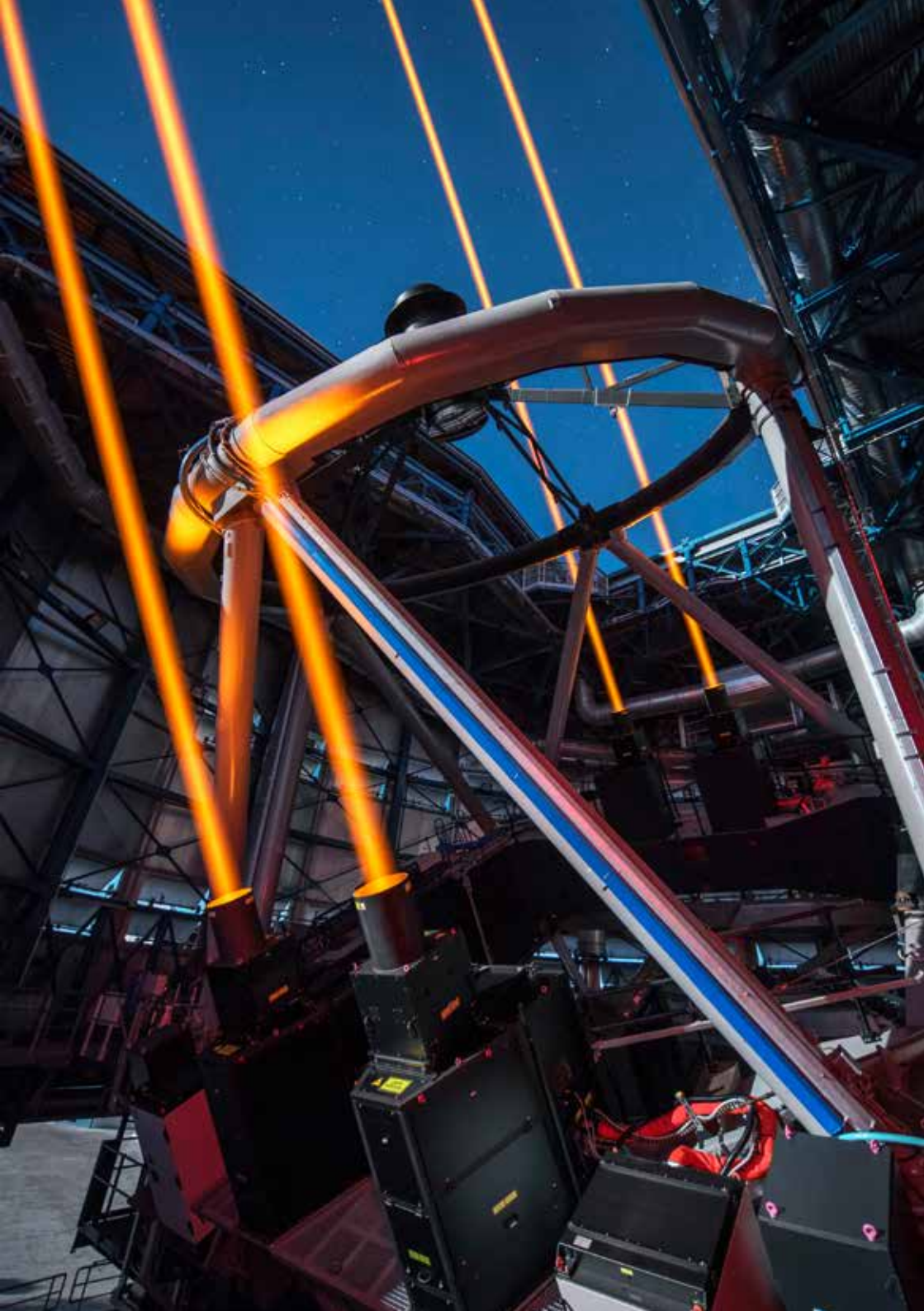
Les quatre faisceaux laser de 22 Watts (4LGSF) créent des étoiles guides artificielles

– en faisant briller des atomes de sodium de la haute atmosphère. Ces étoiles guides permettent aux systèmes d'optique adaptative de compenser le flou généré par l'atmosphère de la Terre et, par voie de conséquence, au télescope de donner des images d'une résolution élevée. Le fait d'utiliser plus d'un laser permet de cartographier la turbulence atmosphérique plus en détail et donc d'améliorer sensiblement la qualité de l'image sur un champ de vision plus étendu.

4LGSF fait partie du système d'optique adaptative installé sur la quatrième unité télescopique du VLT. Il a été spécialement conçu pour équiper les systèmes d'optique adaptative

***Les quatre faisceaux issus du nouveau système laser installé sur l'Unité 4 du VLT de l'ESO.
(ESO/F. Kamphues)***





GALACSI/MUSE et GRAAL/HAWK-I de quatre étoiles guides laser au sodium. Grâce à ce nouveau système, l'observatoire de Paranal continue de disposer du plus grand nombre de systèmes d'optique adaptative opérationnels et conforte son avance technologique.

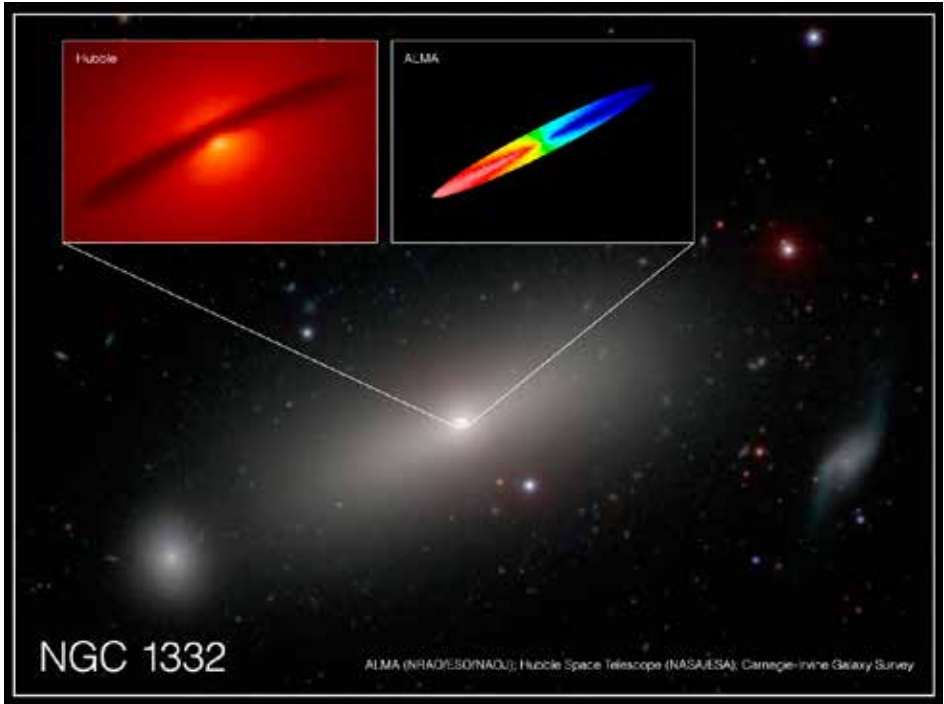
Les lasers 4LGSF ont été développés par l'ESO en étroite collaboration avec l'industrie. Ils équipent déjà l'observatoire Keck (qui supporta le coût de développement industriel du laser au même titre que la Commission Européenne) ainsi que le Télescope Subaru. À terme, ces lasers industriels seront également installés sur les télescopes de l'observatoire

Gemini et constitueront le choix préféré de plusieurs autres observatoires ainsi que de projets de télescopes géants.

Les nouvelles techniques développées pour les besoins du système de quatre étoiles guides laser seront utilisées pour concevoir le système d'optique adaptative de l'Extrêmement Grand Télescope Européen (E-ELT), le plus grand œil tourné vers le ciel.

***Les quatre faisceaux issus du nouveau système laser installé sur l'Unité 4 du VLT de l'ESO.
(ESO/S. Lowery)***





NGC 1332

NGC 1332 est une galaxie elliptique massive située dans l'Éridan à environ 73 millions d'années-lumière. L'observation avec le réseau ALMA du monoxyde de carbone au cœur de cette galaxie NGC 1332 a permis de peser son trou noir supermassif avec une précision inégalée. La sphère d'influence du trou noir, là où sa gravité domine le mouvement des gaz, s'étend sur un rayon d'environ 80 années-lumière. En permettant d'ausculter des détails du disque avec une résolution de l'ordre de 16 années-lumière, ALMA a livré la vitesse du gaz – plus de 500 kilomètres par seconde – et la masse du trou noir – 660 millions de fois celle du Soleil. Ce trou noir central est 150 fois plus gros que celui de la Voie lactée, mais il est encore bien loin des tout gros trous noirs comme celui de NGC 1600 qui pèse 17 milliards de soleils (cf *Le Ciel*, mai 2015, p 299).

Malgré cette masse imposante, le trou noir ne représente qu'une infime fraction de

L'image principale est la galaxie NGC 1332 photographiée par le Carnegie-Irvine Galaxy Survey. En haut à gauche, une image prise par le télescope spatial Hubble montre la partie centrale de la galaxie en infrarouge sur lequel se silhouette le disque de poussière. L'image ALMA, en haut à droite, révèle la rotation du disque : en rouge le gaz qui s'éloigne, en bleu celui qui s'approche. La gamme des couleurs s'étend jusqu'à des vitesses de 500 kilomètres par seconde. (A. Barth/UC Irvine, ALMA/NRAO/ESO/NAOJ; NASA/ESA Hubble; Carnegie-Irvine Galaxy Survey)

la masse de la galaxie – gaz, étoiles mais essentiellement de la matière noire – et ce n'est qu'en scrutant les environs immédiats du noyau que l'on peut observer son influence. ALMA réalise parfaitement cette tâche dans le domaine des ondes millimétriques alors que les télescopes classiques ne peuvent s'attaquer qu'au centre de la Voie lactée.

Eau sur Mars

Basé sur un communiqué CNRS

La possible présence de l'eau liquide à la surface de Mars est une question cruciale pour la recherche de milieux potentiellement propices à la vie. La détection de l'eau liquide passait jusqu'à présent par la reconnaissance de morphologies similaires à celles créées sur Terre par l'écoulement d'eau telles que les chenaux, les ravines, ou simplement l'apparition saisonnière de traces sombres par humidification de la surface. Les écoulements déclenchés en laboratoire montrent cependant que les morphologies formées en conditions martiennes sont très différentes de celles générées en conditions terrestres. La comparaison directe entre les formes créées sur Terre et sur Mars ne semble donc pas toujours un outil adéquat pour identifier l'apparition d'un liquide sur Mars, modifiant ainsi notre manière d'interpréter la surface martienne.

C'est bien connu, l'eau bout à 100°C. Du moins au bord de la mer, car cela dépend de la pression atmosphérique : plus on monte en altitude, plus l'atmosphère s'atténue, et plus l'eau se met à bouillir tôt : dès 60°C au sommet de l'Everest. Sur Mars, dont l'atmosphère est bien moins dense que sur Terre, l'eau entre même en ébullition dès 0°C. Pendant l'été martien, quand la glace d'eau souterraine se met à fondre et apparaît à la surface où la température moyenne atteint 20°C, elle se met donc aussitôt à bouillonner. Il en est de même pour les écoulements d'eau salée révélés l'an passé. Un liquide en train de s'évaporer peut-il donc modifier le relief martien ?

Pour le vérifier, des chercheurs ont utilisé d'une part un ancien caisson de dépressurisa-

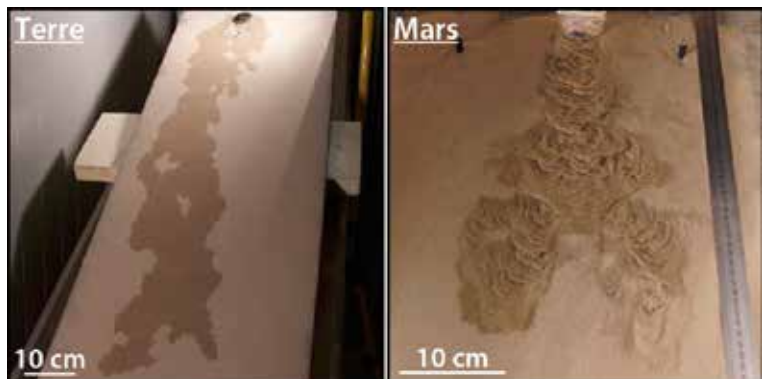


Chambre martienne. (Open University, UK)

tion de plongée sous-marine pour atteindre la faible pression de l'atmosphère martienne et d'autre part une chambre froide, à pression terrestre. Dans ces deux espaces, un glaçon d'eau pure puis d'eau salée ont été mis à fondre à une température de 20°C (comme sur Mars en été) sur une pente couverte de sable.

Lors de ces expériences, les écoulements créés en conditions terrestres ont montré une infiltration progressive de l'eau dans le sable, ne laissant aucune trace en surface après séchage. Mais les observations faites dans la chambre martienne ont été très différentes : si l'eau produite par la fonte de la glace est rentrée immédiatement en ébullition en atteignant la surface, le gaz libéré a provoqué l'éjection de grains de sable. Ceux-ci ont construit

Comparaison des morphologies formées par l'écoulement d'eau liquide sur Terre et sur Mars. (Marion Massé)



progressivement de petites rides à l'avant de l'écoulement qui, en s'amplifiant, se sont déstabilisées et ont créé de véritables avalanches de sable sec : un processus d'autant plus violent que la pression est faible. À l'inverse de ce qui est observé sur Terre, la surface après séchage montre donc une succession de rides.

Ce processus est moins efficace pour l'eau salée, car celle-ci est plus stable en conditions martiennes que l'eau pure. Cependant, l'eau salée étant plus visqueuse, elle peut entraîner les grains de sable et former de petits chenaux, dont le fonctionnement devient parfois explosif à basse pression.

Ces résultats changent notre vision de l'impact que peut avoir l'écoulement d'eau, salée ou non, à la surface de Mars. Loin de rendre son action négligeable, l'instabilité de l'eau accroît au contraire considérablement son impact sur la morphologie de surface. Ceci élargit l'éventail possible des processus pouvant expliquer les

activités observées sur la surface martienne, comme par exemple les écoulements sombres (Recurring Slope Lineae) en été, ou encore les activités observées au printemps sur les pentes martiennes lors de la fonte du givre hivernal, composé de glace de CO_2 et d'eau.



Écoulements sur Mars. Les ravines du bassin Newton. L'image montre une zone large de 1 500 mètres environ. (Malin Space Science Systems, MGS, JPL, NASA)