

L'astronomie dans le monde



2004 BL86

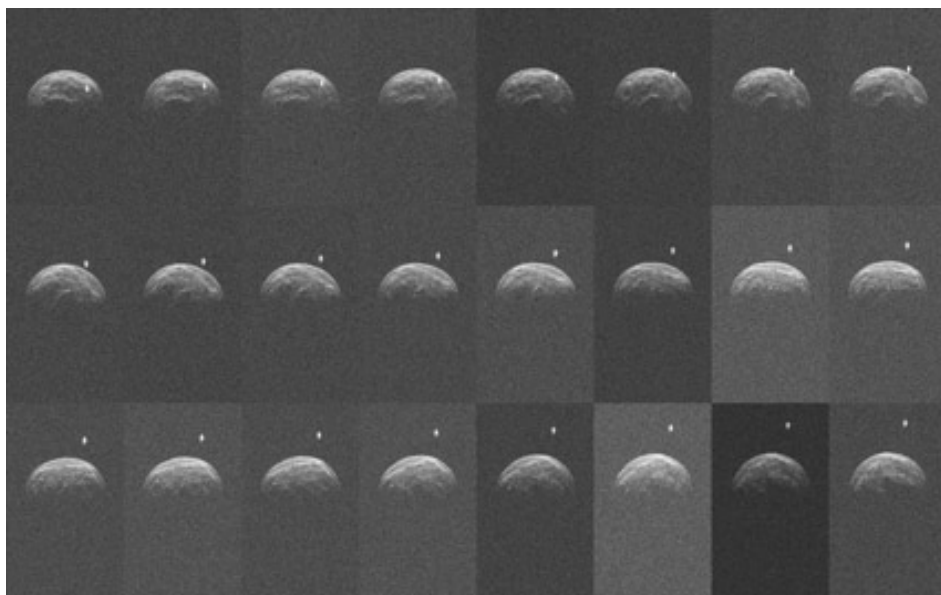
L'astéroïde 2004 BL86 – un gros rocher de 300 mètres – a suscité un certain intérêt dans les médias en frôlant notre planète le 26 janvier. Quand on dit frôler, tout est relatif. Il est resté à un million deux cent mille kilomètres, soit plus de trois fois la distance de la Lune. Malgré tout, l'événement est rare.

*Montage d'images radar de l'astéroïde 2004 BL86 obtenues avec le radiotélescope de 70 mètres du Deep Space Network à Goldstone.
(NASA/JPL-Caltech ; NRAO/AUI/NSF)*

Aucun astéroïde connu de cette taille ne passera aussi près avant 2027, lorsque 1999 AN10 viendra nous narguer.

Les radioastronomes de Goldstone en Californie ont profité de l'occasion pour étudier l'astéroïde au radar avec l'antenne de 70 mètres du Deep Space Network. Une vingtaine d'images ont été assemblées en un petit film. Elles montrent la présence d'un petit satellite (environ 70 mètres) accompagnant 2004 BL86. Ce n'est plus une grande surprise. On a constaté qu'un astéroïde sur six est double ou triple parmi ceux qui s'approchent de la Terre.

L'étude radar est particulièrement apte à révéler les propriétés géométriques des asté-



Trajectoire de 2004 BL86 près de la Terre. (NASA/JPL)

gramme de la NASA NHATS (Near-Earth Object Human Space Flight Accessible Targets Study). Sur les quelque 12 000 NEA actuellement catalogués, on compte maintenant plus de 1 300 « NHATS-Compliant » NEA d'une taille allant de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Les découvertes de NEA sont pratiquement quotidiennes et leur qualification éventuelle pour le NHATS est devenue automatique depuis 2010.

roïdes, leur état de rotation, les caractéristiques de leur surface, ainsi que des données orbitales précises. Ces dernières permettent alors d'établir des éphémérides à beaucoup plus long terme que si l'on ne disposait que de l'astrométrie classique.

Dans le domaine infrarouge, des observations spectroscopiques réalisées avec le télescope infrarouge de la NASA à Hawaii ont montré une ressemblance avec la petite planète Vesta qui vient d'être étudiée par la sonde spatiale Dawn.

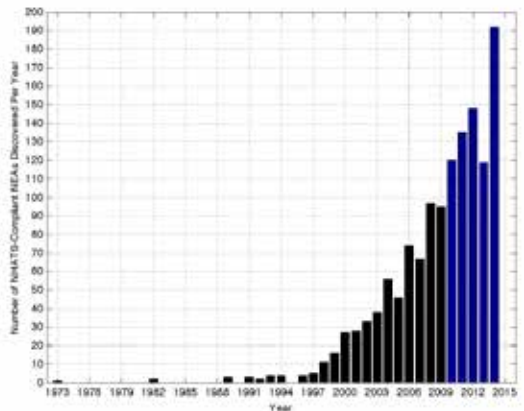
La NASA accorde une grande importance à la recherche et la poursuite des astéroïdes passant près de nous (les NEO, « Near Earth objects », ou NEA « Near Earth asteroids »), et potentiellement dangereux. De fait les observatoires des États-Unis sont à l'origine de 98 pour cent des découvertes de NEA.

Astéroïdes NEA accessibles

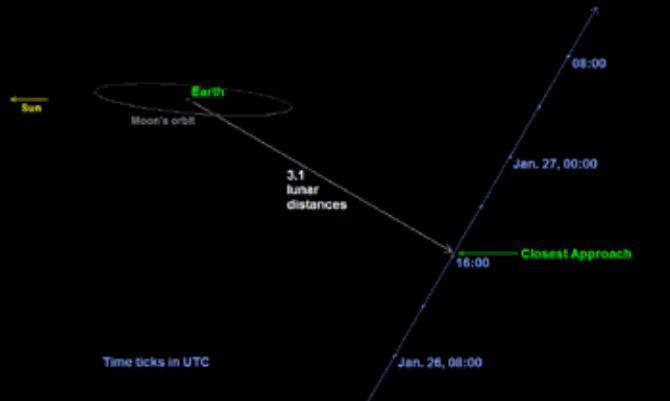
Les astéroïdes frôlant la Terre et qui pourraient être la cible d'une mission spatiale habitée dans un avenir pas trop lointain sont identifiés comme « accessibles » dans le cadre du pro-

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, pour des centaines de ces objets, un voyage aller-retour demanderait moins d'énergie qu'un voyage sur la Lune et, pour certains, moins d'énergie qu'une simple boucle autour de notre satellite.

Le rythme des découvertes de NEA accessibles augmente régulièrement. (NASA/JPL)



Earth Close Approach of Asteroid 2004 BL86, Jan. 26, 2015





Yellow balls

« Milky Way » est l'un des nombreux projets citoyens du Zooniverse (www.zooniverse.org) basés sur le principe du « Crowdsourcing » (élégamment traduit en français par « rédaction de contenu sur un modèle participatif », ou mieux encore, « approvisionnement par la foule »). Le but du crowdsourcing est de faire résoudre un problème par le grand public via Internet.

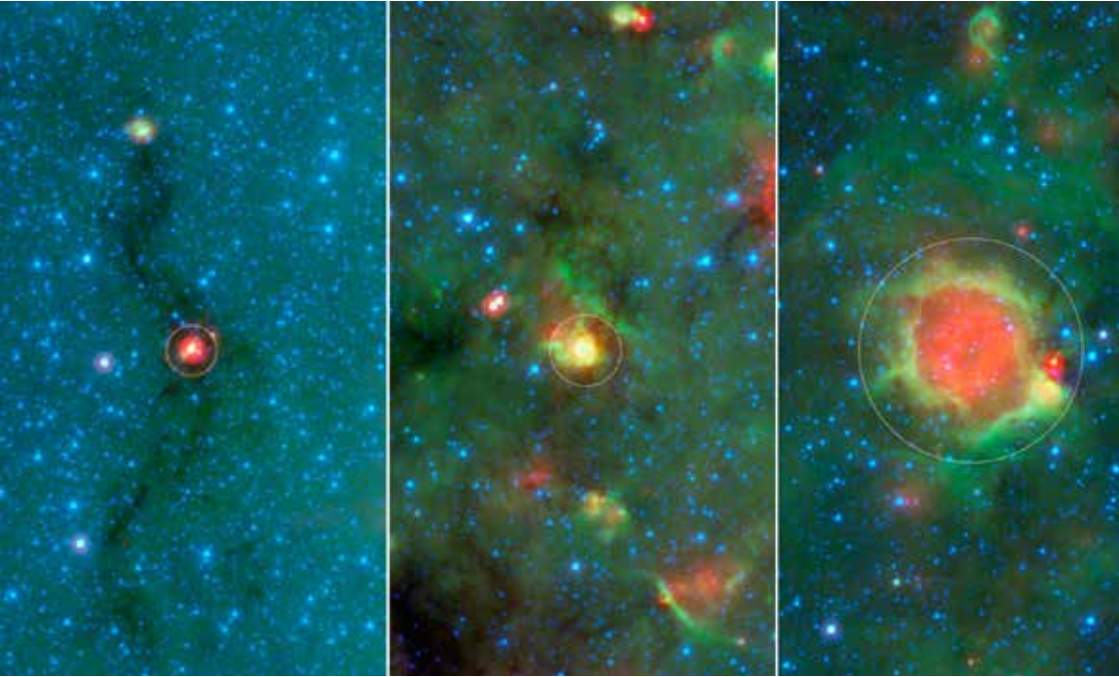
À ce jour, 70 articles scientifiques ont été produits grâce au Zooniverse, quatre d'entre eux étant liés au projet Milky Way.

En 2009, le projet Galaxy Zoo avait conduit à la découverte des « petits pois verts » qui sont en fait des galaxies compactes fabriquant des étoiles à un rythme effréné.

Dans le cadre de Milky Way, les participants scrutent des dizaines de milliers d'images du ciel prises par le télescope spatial Spitzer dans le plan de la Voie lactée, là où naissent des étoiles au sein d'enveloppes épaisses de poussières. Ils ont ainsi mis au jour

*Ce sont les participants au projet « Milky Way » qui ont attiré l'attention des chercheurs sur les « boules jaunes ». Celles-ci correspondent à une phase de la formation des étoiles massives. Dans cette image prise par le télescope spatial Spitzer, la longueur d'onde de 3,6 microns est en bleu ; celle de 8 microns en vert ; celle de 24 microns en rouge. Le jaune correspond à un mélange de rouge et de vert, ce qui aux longueurs d'onde de Spitzer indique la présence de poussières et de molécules organiques HAP.
(NASA/JPL/Spitzer)*

la présence d'étranges boules ou billes jaunes. Pour rester dans le vocabulaire horticole, après les petits pois on aurait pu parler de grains de maïs. En réalité, ces boules ne sont pas jaunes, cette couleur étant le résultat du codage choisi pour représenter les filtres infrarouges de Spitzer par des longueurs d'onde du visible.



Outre les billes jaunes, on en voit beaucoup de vertes avec un centre rouge. Elles résultent de l'action d'étoiles massives dont le vent et le rayonnement creusent d'immenses cavités. Le bord de ces bulles vertes contient de grandes quantités de molécules organiques HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Au centre des bulles vertes, ce ne sont pas les étoiles que l'on voit en rouge, mais la poussière qu'elles chauffent.

L'analyse par les scientifiques indique que le stade de boule jaune précède celui de bulle verte dans la naissance d'une étoile et est en quelque sorte le chaînon manquant entre les embryons stellaires enfouis dans les nuées obscures et les bébés-étoiles soufflant les bulles.

Les molécules d'HAP qui apparaissent en vert dans les images de Spitzer n'ont pas encore été balayées par les vents stellaires de sorte que le vert se superpose au rouge des poussières chaudes en donnant du jaune.

Trois phases de la naissance des étoiles massives sont montrées dans ces images infrarouges obtenues par le télescope spatial Spitzer. Cela commence par un cocon dense de poussière (à gauche), passe ensuite par un épisode plus chaud de « boule jaune » avant de se manifester par une cavité apparaissant ici avec un centre rouge et des bords verts. Cette évolution prend environ un million d'années, à comparer aux millions d'années de la vie de ces étoiles. (NASA/JPL/Spitzer)

La jeunesse de ces objets fait qu'ils sont très petits. Ils n'ont pas encore eu le temps de gonfler.

Beaucoup de ces billes jaunes s'alignent au bord des bulles vertes. Se pourrait-il que ces dernières, engendrées par des étoiles massives, déclenchent la formation de nouvelles étoiles ?



Opportunity

Trois semaines avant le onzième anniversaire de son atterrissage, Opportunity, le vénérable rover martien de la NASA a atteint le sommet du « Cap Tribulation », sur les remparts du cratère Endeavour, un cirque de 22 kilomètres de diamètre. C'est à ce jour le point le plus haut du périple effectué par Opportunity depuis son départ de la région du cratère Victoria. Le rover avait atteint pour la première fois les remparts du cratère à « Botany Bay », à la mi-2013.

Les images obtenues dans la semaine suivante ont été assemblées en un panorama de 245° centré vers l'est-nord-est et montrant l'arène du cratère et le mur qui l'entoure. Les traces des roues sont visibles sur la gauche. Au lointain, à droite, on distingue des portions du petit cratère Iazu.

Les couleurs de l'image sont proches des « vraies » couleurs et sont la combinaison de filtres centrés à 753, 535 et 432 nanomètres.

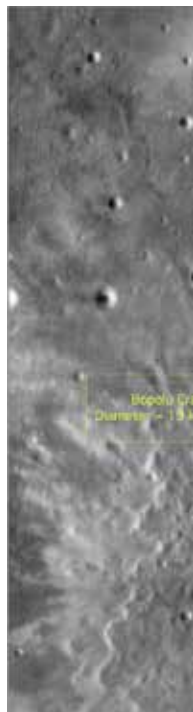
L'outil sur lequel est gravé le drapeau américain a été fabriqué avec du métal récupéré sur le site du World Trade Center à New York, en hommage aux victimes des attaques du 11 septembre 2001.

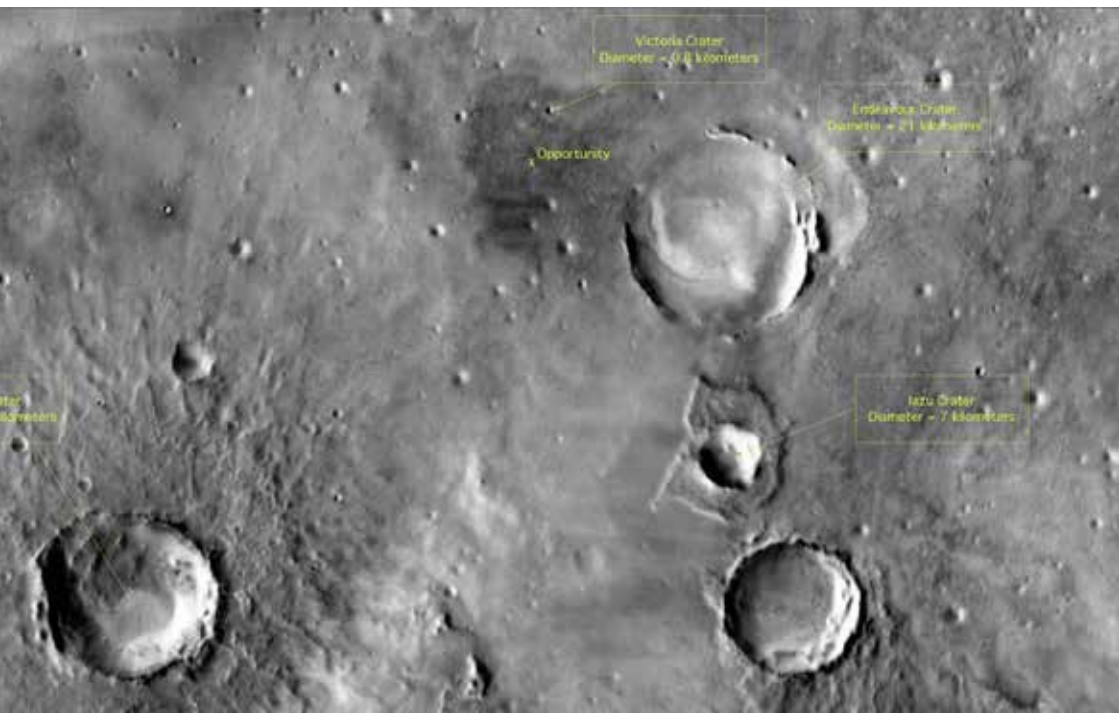
Opportunity ne s'est pas attardé au Cap Tribulation et a depuis entrepris sa route vers la Vallée de Marathon.

***Panorama martien
depuis Cap Tribulation
(NASA/JPL)***

***Région de 140 kilomètres
de Meridiani Planum où
évolue le rover martien
Opportunity depuis son
atterrissage en janvier
2004. Il s'agit d'une
mosaïque d'images
infrarouges prises de jour
par THEMIS (Thermal
Emission Imaging System)
à bord de l'orbiter Mars
Odyssey.***

***La position indiquée du
rover était celle qu'il
occupait en avril 2010.
(NASA/JPL-Caltech/
Arizona State University)***





Nouvelles de Rosetta et 67P/ Churyumov-Gerasimenko

Basé sur des communiqués CNRS et ESA

Congelées depuis leur formation, les comètes conservent les traces de la matière primitive du Système solaire. La composition de leur noyau et de leur coma donne donc des indices sur les conditions physico-chimiques du Système solaire primitif.

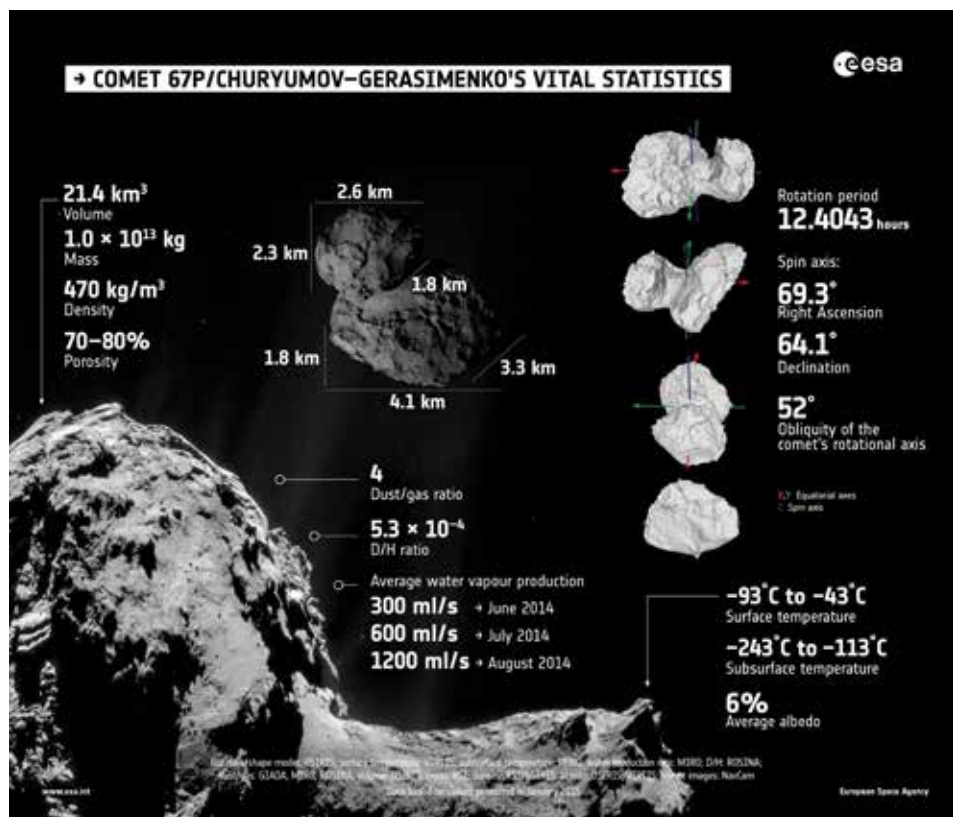
Rosetta a mesuré la composition de la chevelure (coma) de 67P (mélange de poussières et de gaz) en suivant la rotation de la comète. Ces résultats indiquent de grandes fluctuations de la composition de la coma hétérogène et une relation coma-noyau complexe. Des variations saisonnières pourraient être

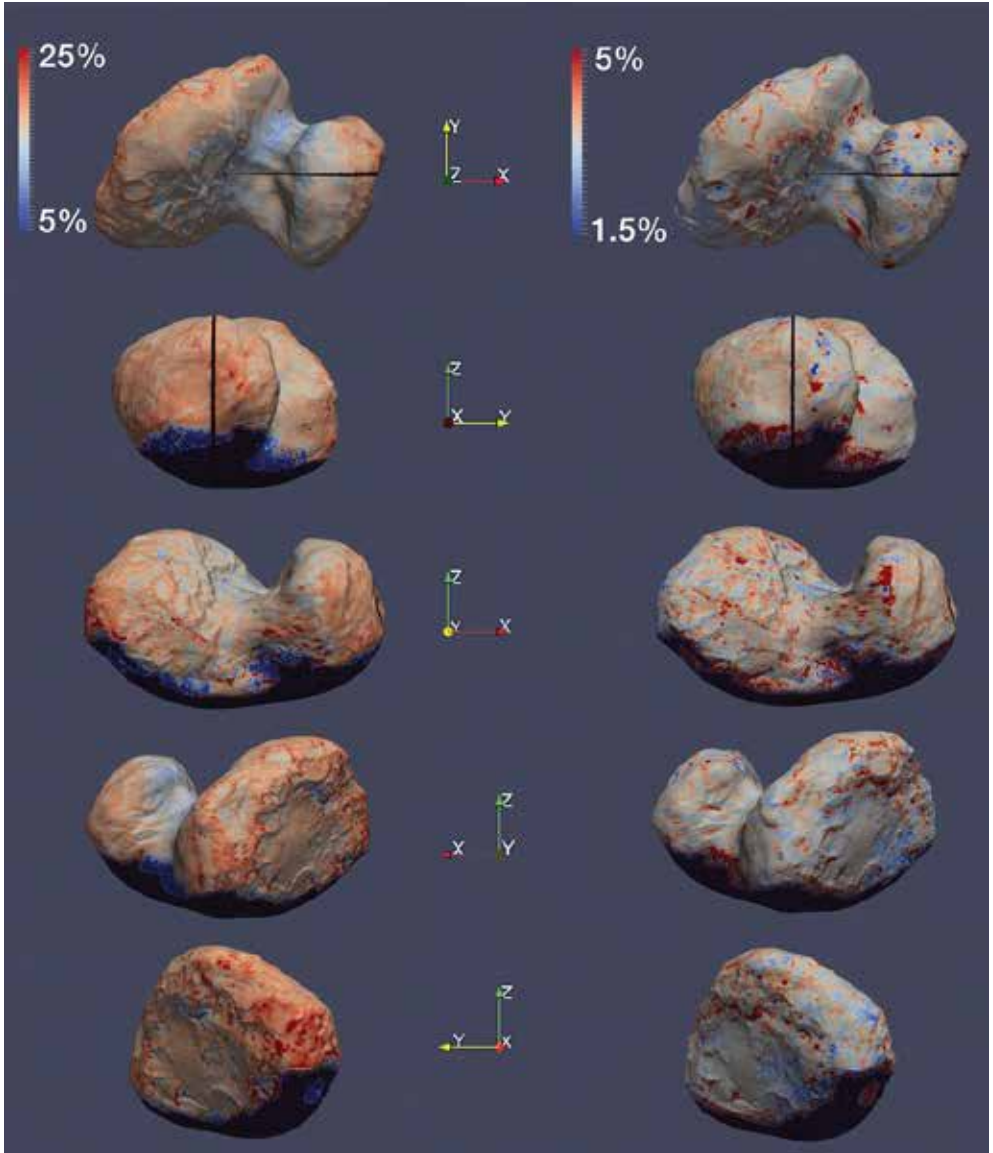
induites par des différences de températures existant juste sous la surface de la comète.

De nombreuses données (taille, vitesse, direction, composition) ont été accumulées sur les poussières de dimensions de 0,1 à quelques millimètres émises directement par le noyau. En complément, les images ont permis de détecter des poussières plus grosses en orbite autour du noyau, probablement émises lors du précédent passage de la comète.

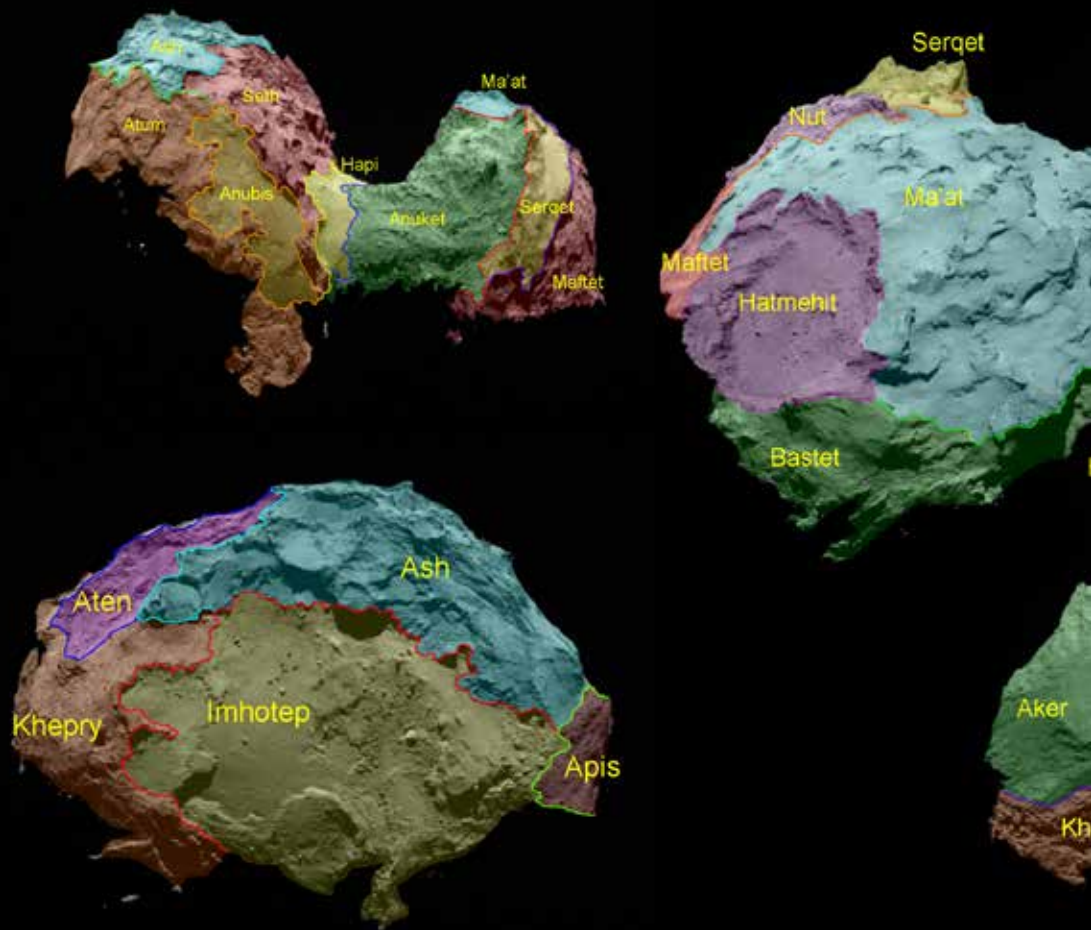
Le noyau de la comète 67P montre une composition globalement homogène mais présente une grande diversité de structures géologiques qui résultent des phénomènes d'érosion, d'effondrement et de redéposition.

*Propriétés principales de la comète 67P/
Churyumov-Gerasimenko telles que
déterminées par Rosetta (ESA)*





Les caractéristiques spectrales permettent d'obtenir des informations – illustrées ici par des couleurs – sur la composition, le rouge indiquant une forte teneur en matières organiques. Elle est en gros très homogène avec une petite différence dans le cou, peut-être due à de la glace d'eau. (ESA)



L'activité de la comète, surprenante à grande distance du Soleil, se concentre actuellement dans la région séparant les deux lobes, le « cou ». Les images ont permis de réaliser un modèle en trois dimensions de la comète et la topographie détaillée du site original d'atterrissage de Philae. Combiné avec la mesure de la masse, ce modèle a donné la première détermination directe de la densité d'un noyau cométaire et implique une très forte porosité.

Ce modèle fournit également le contexte pour l'interprétation des résultats des autres expériences.

Rosetta a permis aux chercheurs d'établir une carte de la température sous la surface de 67P. Celle-ci montre des variations saisonnières et diurnes de température qui suggèrent que le sol, poreux et peu dense, est un bon isolant thermique adoucissant les fluctuations. (Contrairement à notre planète, les saisons de



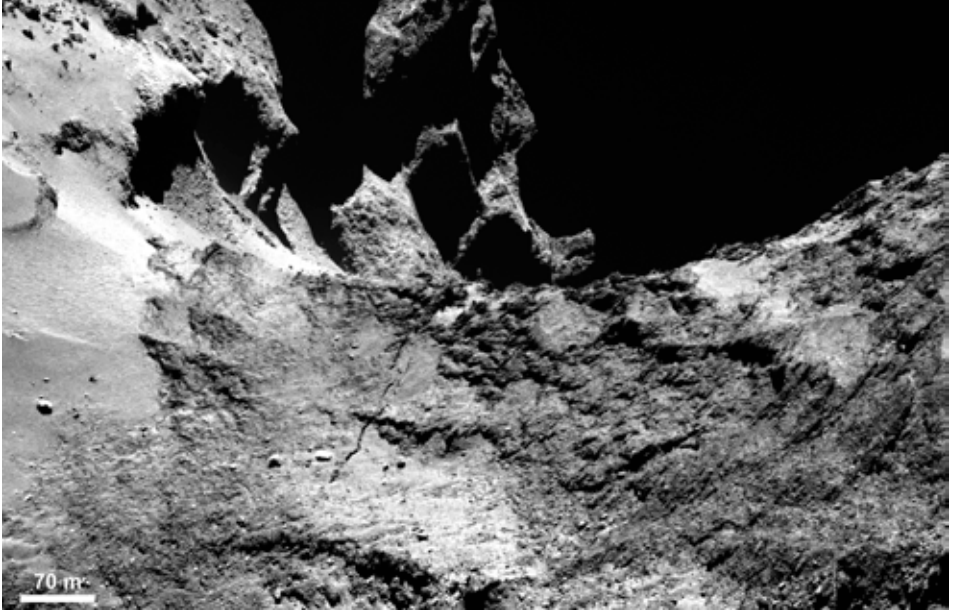
Les 19 régions identifiées sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko sont nettement séparées par des frontières géomorphologiques. Restant sur le thème de la mission Rosetta, ces régions ont reçu le nom de divinités égyptiennes. Cinq catégories ont été définies. Les terrains poussiéreux (Ma'at, Ash et Babi); les surfaces fragiles avec des puits et des structures circulaires (Seth); de grandes dépressions (Hatmehit, Nut et Aten); les terrains lisses (Hapi, Imhotep et Anubis); et les surfaces exposées de type rocheux (Maftet, Bastet, Serqet, Hathor, Anuket, Khepry, Aker, Atum et Apis). (Pour cette image et les suivantes : ©ESA/Rosetta/MPS/OSIRIS Team; MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA)

la comète et de beaucoup d'astres sont essentiellement dictées par la distance au Soleil.)

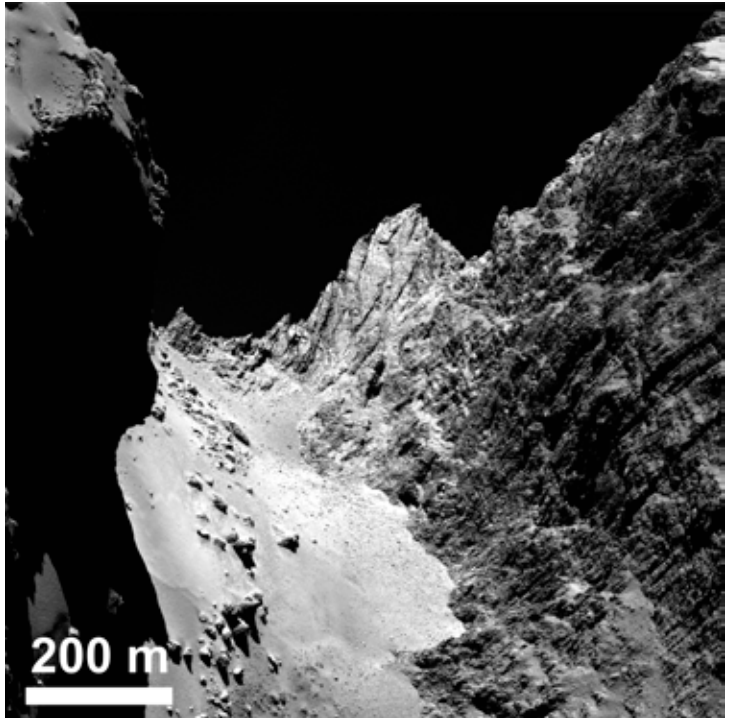
La production d'eau mesurée par Rosetta est variable au cours de la rotation du noyau. Elle se localise dans la région du cou.

Les mesures spectroscopiques indiquent la présence de divers matériaux contenant des liaisons carbone-hydrogène et/ou oxygène-hydrogène, la liaison azote-hydrogène n'étant pas détectée à l'heure actuelle. Ces espèces

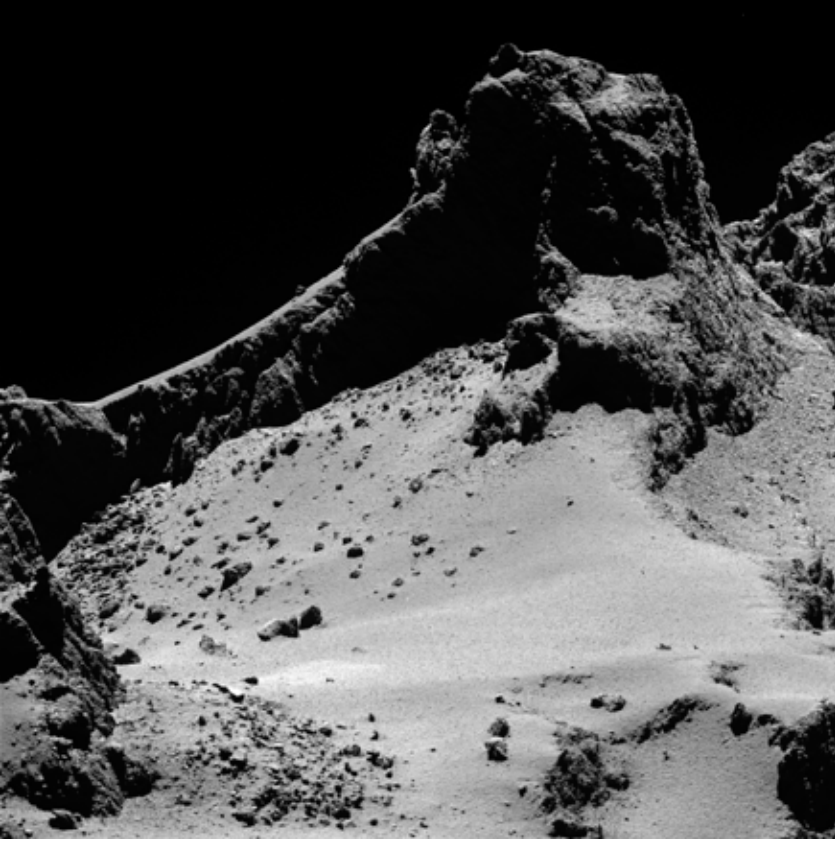
sont associées avec des minéraux opaques et sombres tels que des sulfures de fer (pyrrhotite ou troïlite). Par ailleurs, ces mesures excluent la présence de zones riches en glace de taille supérieure à une vingtaine de mètres dans les régions illuminées par le Soleil, ce qui indique une forte déshydratation des premiers centimètres de la surface.



Le cou du canard pourrait bien un jour se briser comme en témoigne cette inquiétante fracture partant d'Hapi (en bas à gauche) vers Anuket.

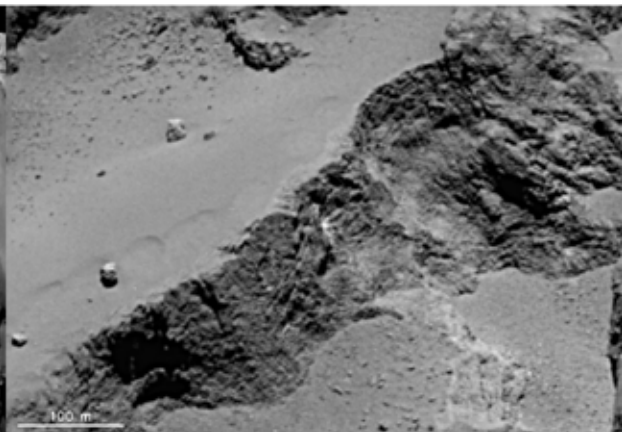
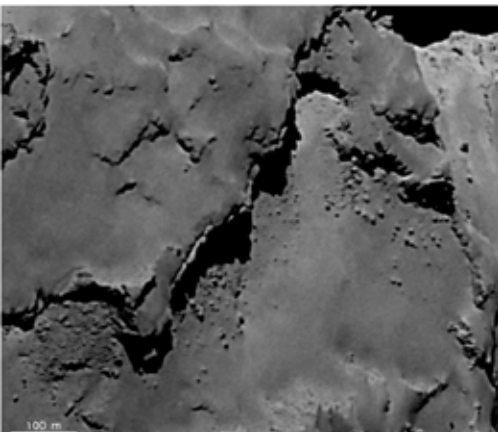


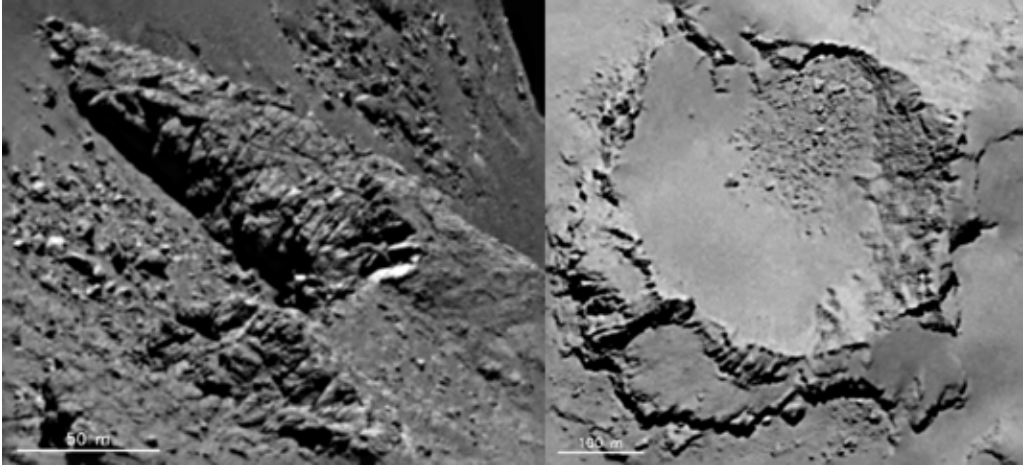
De gros rochers parsèment la plaine d'Hapi faisant face aux falaises d'Hathor, à droite.



Le petit lobe de 67P/Churyumov–Gerasimenko vu d’une distance de 8 kilomètres à la résolution de 15 cm/pixel.

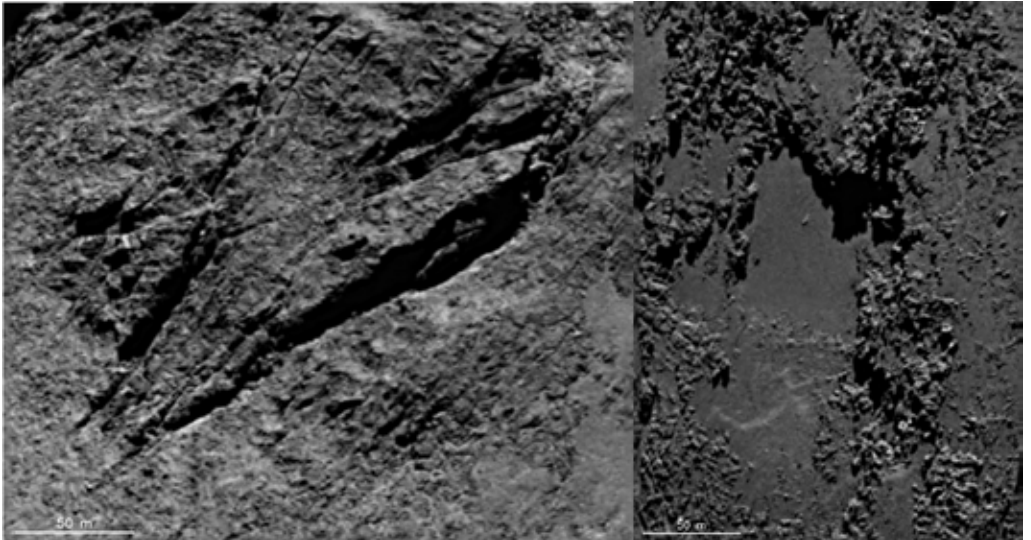
Ci-dessous, deux vues montrent l’effondrement marquant la jonction des régions Ash et Seth. Des éboulis jonchent le pied de la falaise. Celle-ci est bien propre, au contraire des plaines tapissées de poussière.

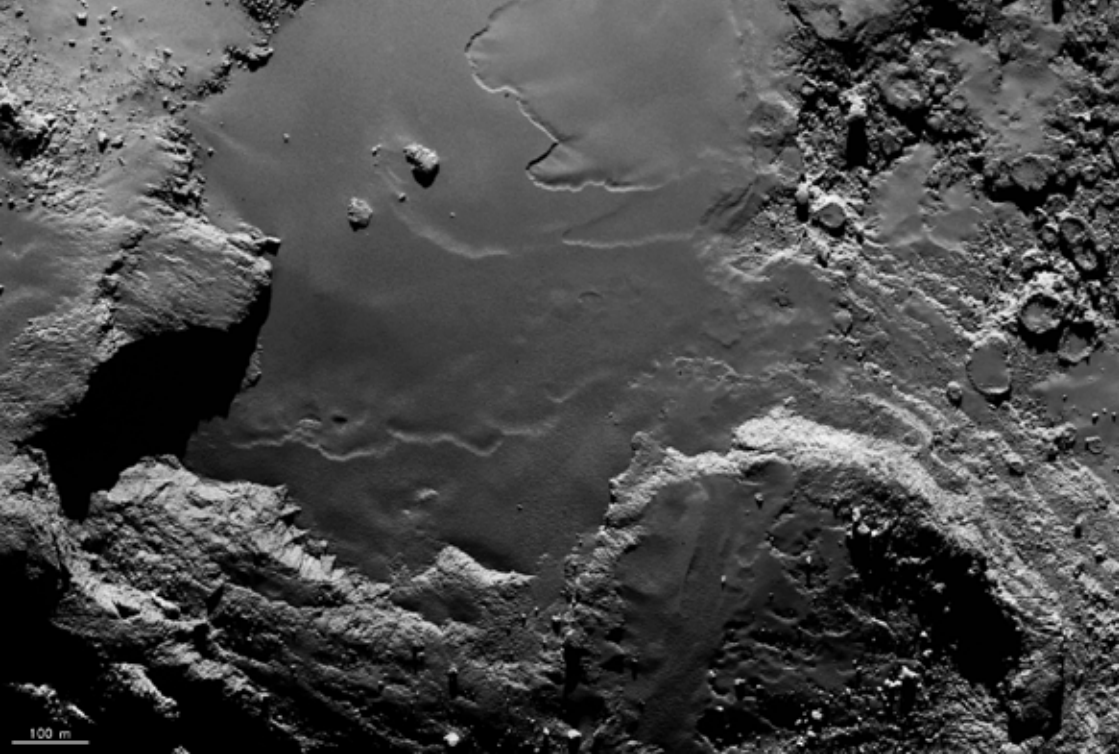




Une fracturation massive et irrégulière marque la frontière d'Hapi (à gauche). À droite, une dépression circulaire semble avoir produit des soulèvements avec des structures colonnaires (en bas) et des effondrements en périphérie.

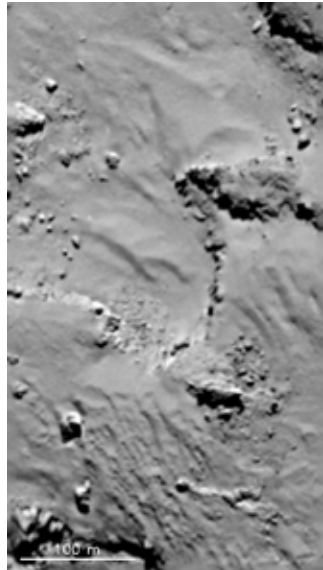
Le relief tectonique de la région d'Aker (à gauche) contraste avec les dépôts de Khepyr.

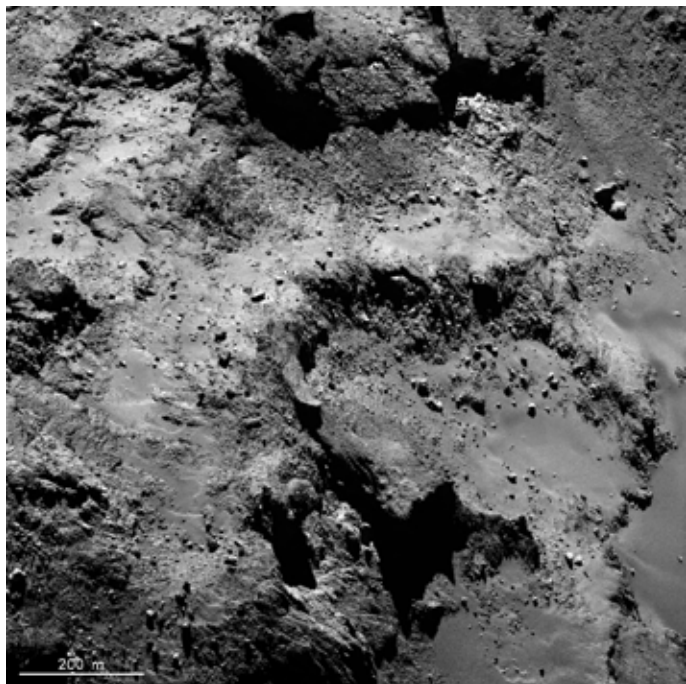




La région d'Imhotep sur le grand lobe de 67P/Churyumov-Gerasimenko présente toute une variété de terrains. Des fractures sont omniprésentes.

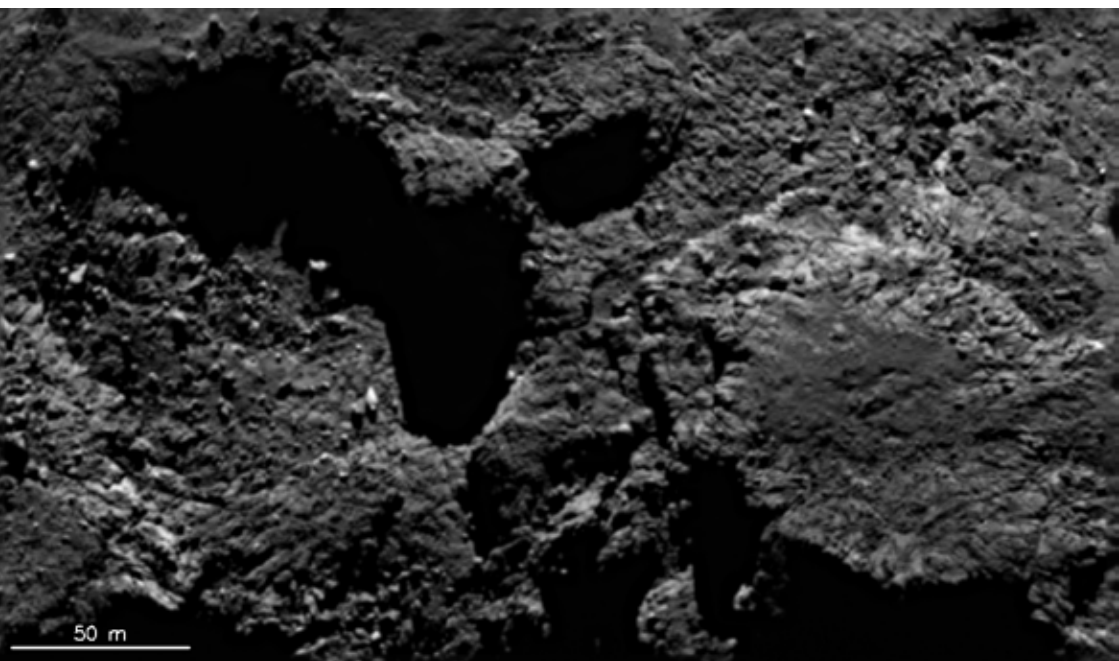
L'entraînement des poussières par des échappements gazeux localisés a pu créer des paysages dunaires.





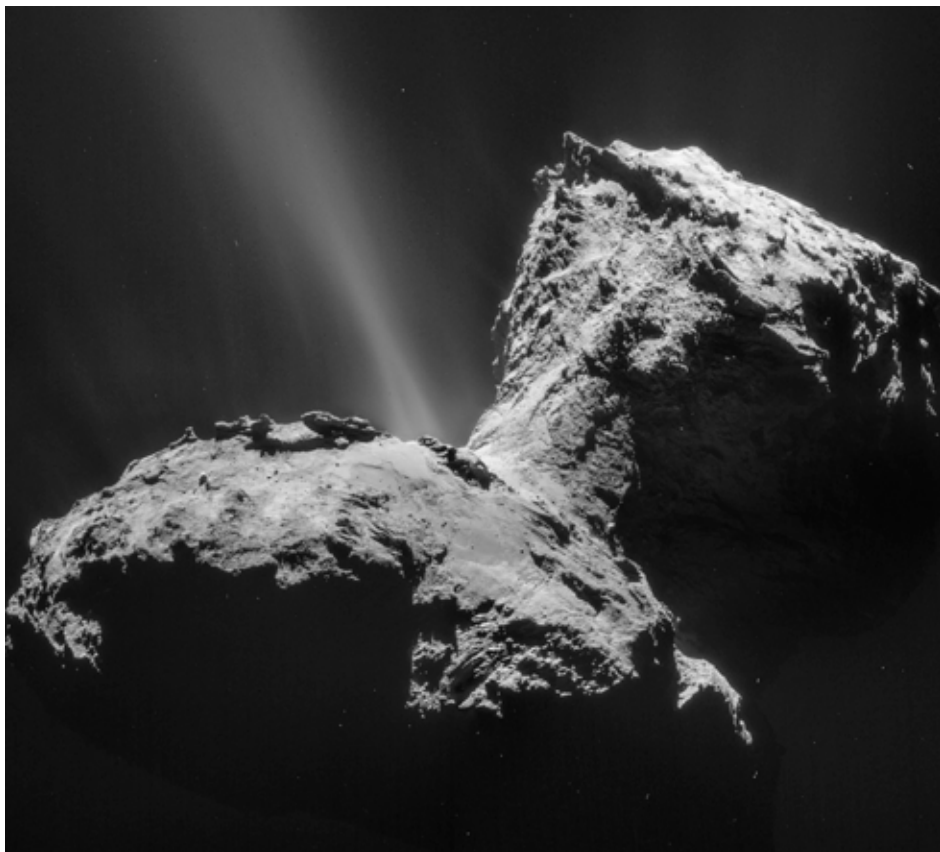
La périphérie de la grande plaine d'Imhotep montre une texture dense et variée.

La cavité de gauche, de 150 m de diamètre, semble avoir été occupée par le bloc de droite. La pression des gaz aurait-elle éjecté le couvercle de la marmite ?





Cette image et la suivante, prises au début du mois de février d'une distance de 30 kilomètres montrent clairement les jets de poussières s'échappant de la surface du noyau de 67P.



Boule de neige sale

Le concept de boule de neige sale avait été introduit en 1950 par Fred Lawrence Whipple pour décrire les noyaux cométaires. Ceux-ci devaient être essentiellement des conglomérats de glaces d'eau et de monoxyde et dioxyde de carbone mêlés à diverses impuretés. L'évaporation de tout cela sous la chaleur solaire pouvait expliquer les caractéristiques des spectres.

Des expériences en laboratoire confirment ce modèle et montrent comment de la glace poudreuse à la surface des comètes peut devenir compacte tout en libérant des molé-

cules organiques à l'approche du Soleil. Les noyaux cométaires seraient ainsi recouverts d'une croûte dure de glace cristalline nappée d'une couche de matière organique.

Pour simuler une comète, les scientifiques ont rapidement congelé à $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la vapeur d'eau contenant des molécules comme des HAP, ce qui a donné de la glace amorphe, poudreuse, remplie de vides. Ils l'ont ensuite réchauffée à $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ et ont vu les molécules de HAP se rassembler et s'extraire de la glace alors que celle-ci subissait une transition de phase en cristallisant.



Chang'e 5-T1

La Lune figure en avant-plan dans cette image prise par la sonde Chang'e 5-T1 de la CNSA (China National Space Administration) le 28 octobre 2014 d'une distance de 13 000 kilomètres.

Lancée le 23 octobre Chang'e 5-T1 a effectué le premier voyage aller-retour à la Lune depuis la sonde Luna 24 de l'Union Soviétique en 1976. Il s'agit d'une préparation pour une future mission devant recueillir un échantillon de sol lunaire à une profondeur de deux mètres et le ramener sur Terre.

Le circuit de huit jours de Chang'e 5-T1 a permis de tester la rentrée de la capsule dans l'atmosphère. L'atterrissage en parachute a eu lieu en Mongolie Intérieure.

Ce voyage a donné l'occasion de prendre de belles images de la Terre et de son satellite. La photo ci-dessus montre la face cachée de la

La Lune et la Terre vues par Chang'e 5-T1. (CNSA)

Lune, avec l'oeil noir de Mare Moscoviense. La Mer de Moscou est la seule mer de quelque importance de cet hémisphère lunaire. D'autres grands bassins sont présents, mais celui-là est suffisamment profond pour avoir permis l'écoulement de lave sur son fond.

Récupération de la capsule (Xinhua News)

