



Voyageurs interplanétaires

2024 PT5, un rocher lunaire

Basé sur un communiqué NASA/JPL

L'an dernier, le petit astéroïde géocroiseur 2024 PT5 faisait parler de lui après sa découverte à proximité de notre planète. Avec une dizaine de mètres, il ne présente aucun danger pour la Terre, mais son orbite autour du Soleil correspond étroitement à celle de notre planète, ce qui laisse penser qu'il pourrait être originaire de cette région. Il semble d'ailleurs être composé de roches détachées de la surface de la Lune et éjectées dans l'espace après un impact important.

Une preuve de cette origine a été apportée par la découverte de sa richesse en minéraux silicatés – pas ceux que l'on trouve sur les astéroïdes, mais ceux que l'on trouve dans les échantillons de roche lunaire. Il semble qu'il ne soit pas resté très longtemps dans l'espace, peut-être quelques milliers d'années, car il n'y a pas eu d'érosion spatiale qui aurait pu provoquer une coloration rougeâtre.

L'astéroïde a été détecté pour la première fois le 7 août 2024 par le télescope de Sutherland, en Afrique du Sud, appartenant au réseau ATLAS (Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System) de l'université d'Hawaii.

En règle générale, les astéroïdes, comme celui représenté dans ce concept d'artiste, proviennent de la ceinture principale d'astéroïdes située entre les orbites de Mars et de Jupiter, mais une petite population d'objets proches de la Terre peut également provenir de la surface de la Lune après avoir été éjectés dans l'espace par un impact. (NASA/JPL-Caltech)

Les observations effectuées avec le télescope Lowell Discovery et le télescope infrarouge IRTF à l'observatoire du Mauna Kea ont montré que le spectre de la lumière solaire réfléchi par le petit objet ne correspondait à aucun type d'astéroïde connu mais, au contraire, aux roches lunaires.

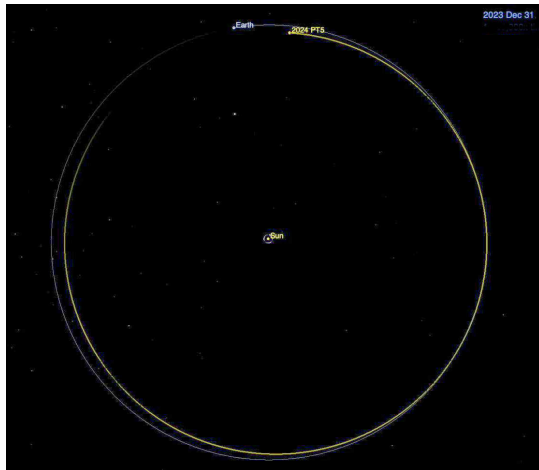
Un autre indice est venu de l'observation du mouvement de l'objet. L'environnement terrestre est encombré de débris de l'ère spatiale, comme de vieilles fusées issues de lancements historiques. La différence entre leurs orbites et celles des astéroïdes est liée à l'influence de la pression du rayonnement solaire. Celle-ci a un effet plus important sur des objets de faible densité comme un réservoir vide, que sur des rochers.

Pour exclure que 2024 PT5 soit un débris spatial, les scientifiques de la NASA ont

analysé son mouvement. Ils ont pu montrer que les perturbations dues à la pression de radiation étaient trop faibles pour que l'objet soit artificiel, prouvant ainsi que 2024 PT5 est très probablement d'origine naturelle.

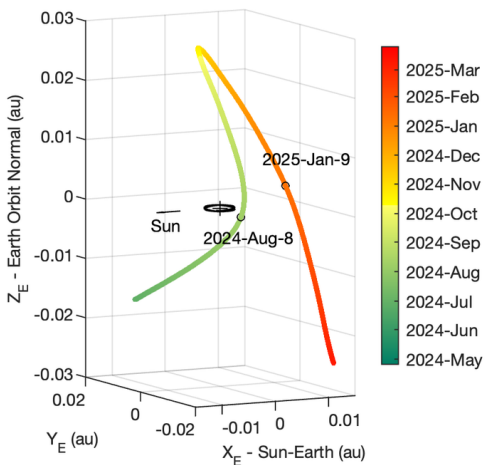
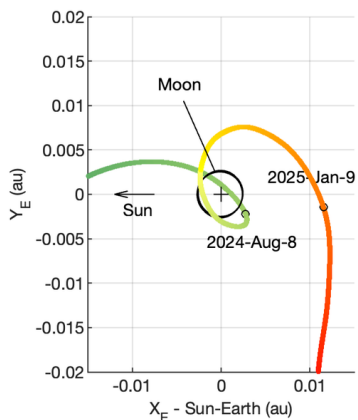
La découverte de 2024 PT5 double le nombre d'astéroïdes connus dont on pense qu'ils proviennent de la Lune. L'astéroïde 469219 Kamo'oalewa a été découvert en 2016 avec une orbite semblable à celle de la Terre autour du Soleil, ce qui indique qu'il pourrait également avoir été éjecté de la surface lunaire après un impact important. À mesure que les télescopes deviennent plus sensibles, davantage d'astéroïdes lunaires potentiels seront découverts, créant une opportunité passionnante non seulement pour les scientifiques qui étudient une population rare d'astéroïdes, mais aussi pour ceux qui étudient la Lune.

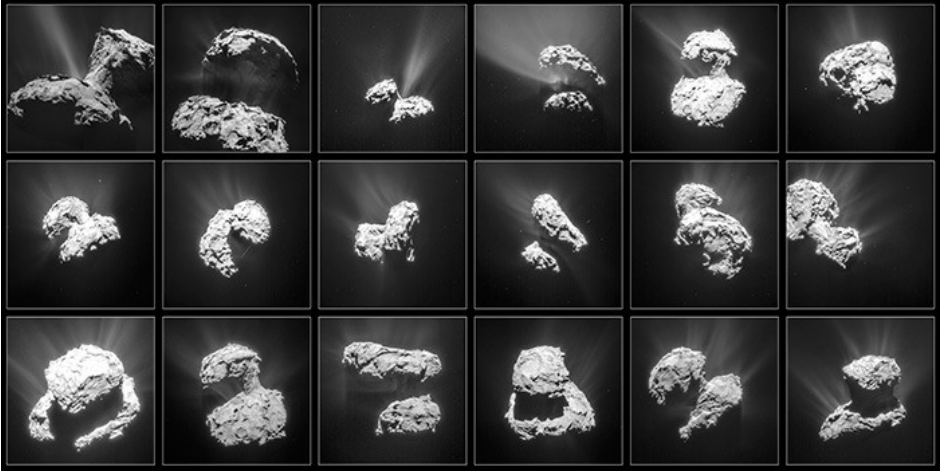
Si un astéroïde lunaire peut être directement lié à un cratère spécifique de la Lune, son étude pourrait apporter des informations sur les processus de formation de cratères sur la surface lunaire. En outre, des matériaux provenant des profondeurs de la Lune – sous la forme d'astéroïdes passant à proximité de la Terre – pourraient être accessibles aux futurs scientifiques pour étude.



2024 PT5 n'est jamais très loin de la Terre. (NASA)

Illustration du mouvement en boucle de l'astéroïde 2024 PT5. L'objet n'est jamais capturé par la gravité terrestre mais, au contraire, s'attarde à proximité avant de poursuivre son orbite autour du Soleil. (NASA/JPL-Caltech)





67P/Churyumov-Gerasimenko vue par Rosetta. (ESA)

Comète 67P/Churyumov-Gerasimenko

Basé sur un communiqué NASA

Des chercheurs ont découvert que l'eau de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko avait une signature moléculaire semblable à celle de l'eau des océans. En contradiction avec certains résultats récents, cette découverte relance l'hypothèse selon laquelle les comètes dites de la « famille de Jupiter » comme 67P ont pu contribuer à apporter de l'eau sur Terre.

L'eau fut essentielle pour l'apparition et l'épanouissement de la vie sur Terre. Bien qu'une certaine quantité d'eau ait probablement existé dans le gaz et la poussière à partir desquels notre planète s'est matérialisée il y a environ 4,6 milliards d'années, une grande partie de l'eau a dû se vaporiser sous la chaleur intense du Soleil. L'origine de l'abondance actuelle de l'eau sur notre planète reste ainsi une source de débat.

Des recherches ont montré qu'une partie de l'eau terrestre provenait de la vapeur dégagée par les volcans. Mais on a aussi les preuves qu'une partie substantielle de nos océans provenait de la glace et des minéraux des astéroïdes, et peut-être des comètes, qui se sont écrasés sur la Terre. Une vague de collisions de comètes et d'astéroïdes avec les

planètes intérieures du Système solaire il y a 4 milliards d'années aurait rendu cela possible.

Si le lien entre l'eau des astéroïdes et celle de la Terre semble solide, le rôle des comètes a intrigué les scientifiques. Plusieurs mesures effectuées sur des comètes de la famille Jupiter, qui contiennent des matériaux anciens du Système solaire primitif et qui se seraient formées au-delà de l'orbite de Saturne, ont montré une similitude entre leur eau et celle de la Terre. Ce lien est basé sur une signature moléculaire clé, l'abondance relative entre le deutérium et l'hydrogène ordinaire, que les scientifiques utilisent pour retracer l'origine de l'eau dans le Système solaire.

Comme l'eau contenant du deutérium est plus susceptible de se former dans des environnements froids, la concentration de l'isotope est plus élevée sur les objets qui se sont formés loin du Soleil, comme les comètes, que sur les objets qui se sont formés près du Soleil, comme les astéroïdes.

Les mesures effectuées au cours des deux dernières décennies sur le deutérium dans la vapeur d'eau de plusieurs comètes de

la famille de Jupiter ont montré des niveaux semblables à ceux de l'eau terrestre, suggérant que ces comètes jouaient un rôle majeur dans l'approvisionnement en eau de notre planète.

Mais en 2014, la mission Rosetta vers 67P remettait en cause cette idée. Les scientifiques qui ont analysé les mesures d'eau de Rosetta ont découvert la plus forte concentration en deutérium de toutes les comètes – trois fois plus de deutérium que dans les océans, qui contiennent un atome de deutérium pour 6420 atomes d'hydrogène.

Les chercheurs ont mesuré l'eau dans plus de 16 000 relevés effectués par Rosetta dans la chevelure de gaz et de poussière (la coma) entourant 67P. Ils voulaient comprendre quels processus physiques étaient à l'origine de la variabilité du rapport isotopique de l'hydrogène.

Des études en laboratoire et des observations avaient montré que la poussière cométaire pouvait affecter ces mesures et, en effet, on a trouvé un lien clair entre les mesures de deutérium dans la chevelure de 67P et la quan-

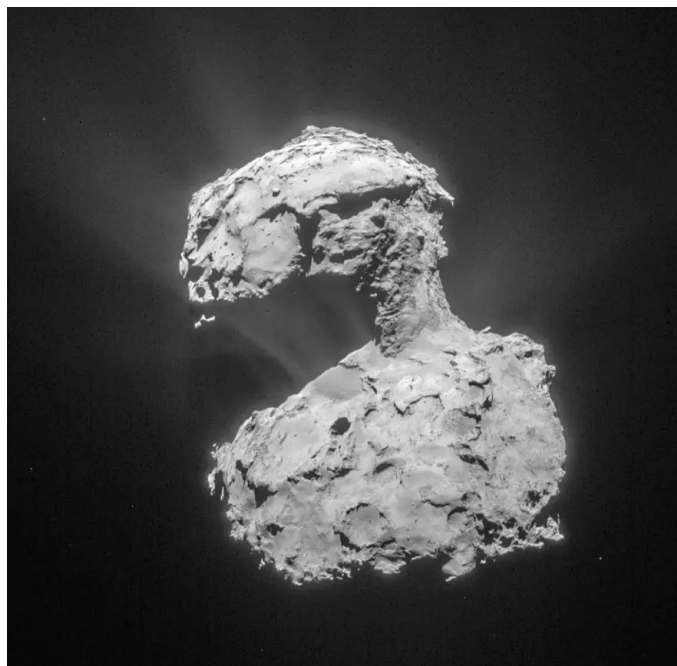
tité de poussière autour de la sonde Rosetta. Les mesures prises à proximité du vaisseau spatial dans certaines parties de la coma peuvent ne pas être représentatives de la composition du noyau de la comète.

Lorsqu'une comète se rapproche du Soleil, sa surface se réchauffe, ce qui provoque la libération de gaz en surface, entraînant des poussières recouvertes de glace d'eau. Selon les recherches, l'eau contenant du deutérium adhère plus facilement aux grains de poussière que l'eau ordinaire. En se sublimant dans la coma, cette eau renforce le rapport isotopique.

Lorsque la poussière s'est éloignée de plus de 120 kilomètres du noyau, la glace riche en deutérium s'est évaporée et l'on peut mesurer avec précision la quantité de deutérium provenant du noyau.

Cette découverte a de grandes implications, non seulement pour la compréhension du rôle des comètes dans l'acheminement de l'eau sur Terre, mais aussi pour la compréhension des observations qui donnent un aperçu de la formation du Système solaire primitif.

Image prise par la caméra de navigation de Rosetta à environ 85 kilomètres de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko le 14 mars 2015. La résolution de l'image est de 7,3 mètres par pixel et est recadrée et traitée pour faire ressortir les détails de l'activité de la comète. (ESA/Rosetta/NAVCAM)



Comète C/2024 G3 (ATLAS)

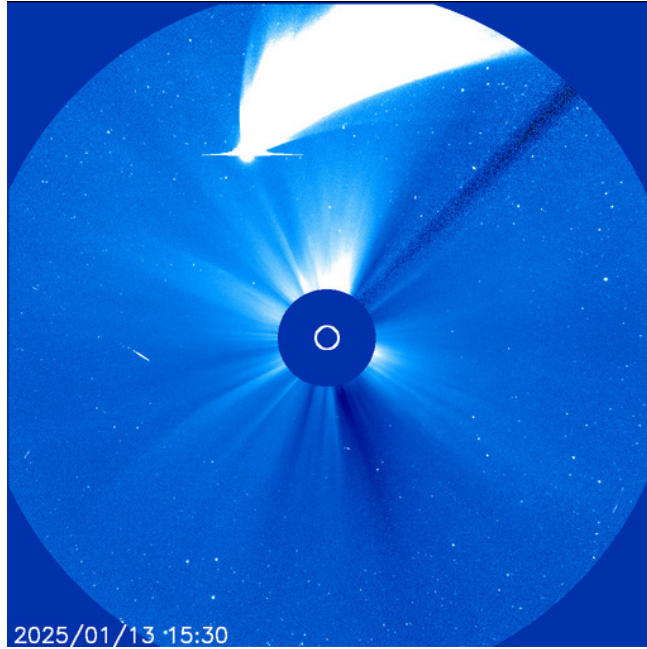
La comète C/2024 G3 (ATLAS), la « comète du Nouvel An » est passée au périhélie le 13 janvier. Trois fois plus proche du Soleil que Mercure, elle était alors dans le champ du coronographe LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph) de l'observatoire spatial solaire SOHO (Solar & Heliospheric Observatory).

Malgré une magnitude approchant celle de Vénus, son observation était gênée par la proximité du Soleil.

Les observateurs de l'hémisphère sud étaient alors un peu mieux placés pour suivre le départ de la comète, en route vers les confins du Système solaire.

Pas de problème, par contre, pour les astronautes qui ont pu observer C/2024 G3 depuis la station spatiale ISS au-dessus de la vase atmosphérique.

La comète C/2024 G3 (ATLAS) dans le champ LASCO de l'observatoire spatial solaire SOHO. (NASA/SOHO)



***C/2024 G3 vue depuis
la station spatiale
internationale.
(Don Pettit, NASA)***



456P/PANSTARRS, comète de la ceinture principale

Basé sur un communiqué PSI

Un astéroïde actif découvert en 2021 a été confirmé comme 14^e « comète de la ceinture principale » (MBC, main-belt comets). Les astronomes ont observé 456P/PANSTARRS à deux reprises en octobre 2024 à l'aide du télescope Magellan Baade et du télescope Lowell Discovery pour établir son statut.

Les MBC sont des objets glacés que l'on trouve parmi les astéroïdes tournant entre Mars et Jupiter, plutôt que dans les régions froides du Système solaire. Elles présentent des caractéristiques semblables à celles des comètes, comme des queues s'étendant à l'opposé du Soleil ou des éjections de poussières lorsque la chaleur du Soleil vaporise leur glace.

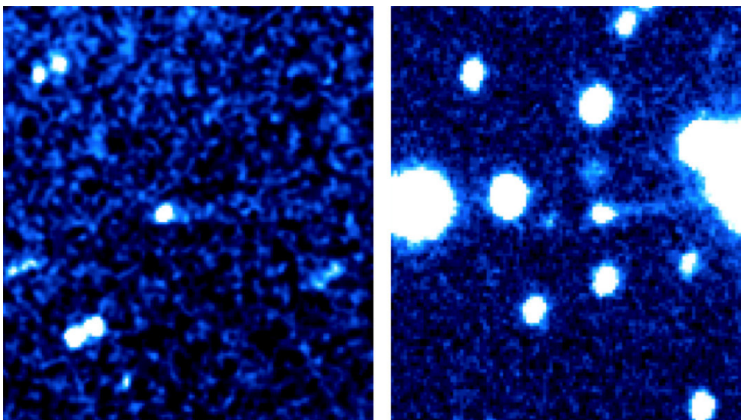
Reconnues pour la première fois en 2006, les MBC appartiennent à un groupe plus large d'objets, les astéroïdes actifs, qui ressemblent à des comètes, mais dont les orbites sont semblables à celles des astéroïdes dans le Système solaire intérieur. Ce groupe comprend des objets dont les queues sont constituées de poussières éjectées après un impact ou par suite de leur rotation rapide, plutôt que seulement ceux qui éjectent de la poussière

en raison de la glace vaporisée. On ne connaît encore que relativement peu de MBC et d'astéroïdes actifs en général, mais les découvertes s'accroissent. Cela devrait conduire à mieux connaître leurs propriétés générales – comme leur taille, leur durée d'activité et leur répartition dans la ceinture d'astéroïdes, par exemple – et à mieux cerner la place de la glace dans le Système solaire en général.

Cet objet n'est pas simplement un astéroïde qui a connu un événement ponctuel qui l'a amené à montrer une activité une fois, mais c'est un corps glacé intrinsèquement actif semblable à d'autres comètes du Système solaire extérieur.

Si l'activité de 456P/PANSTARRS était due à autre chose qu'à la vaporisation de glace, sa queue ne devrait apparaître qu'une seule fois de manière aléatoire et non de manière répétée lorsqu'elle est proche du Soleil. Un objet glacé, en revanche, se réchauffe à chaque fois qu'il s'approche du Soleil et la glace vaporisée entraîne avec elle de la poussière. Lorsque l'objet s'éloigne du Soleil et se refroidit, l'activité s'arrête.

Les observations d'une activité répétée d'éjection de poussière lors d'approches près du Soleil sont actuellement considérées comme le moyen le plus efficace et le plus fiable pour identifier les comètes de la ceinture principale.



Images de 456P/PANSTARRS prises avec le télescope Magellan-Baade au Chili le 3 octobre 2024, et avec le télescope Lowell Discovery en Arizona le 26 octobre 2024. Le noyau de la comète est au centre de chaque image et la queue s'étend vers la droite. (Scott S. Sheppard, Carnegie Institution for Science / Audrey Thirouin, Lowell Observatory / Henry H. Hsieh, PSI)