

Aux confins du Système solaire

Une cousine de Pluton

Basé sur un communiqué Institute for Advanced Study

L'objet transneptunien (TNO) 2017 OF₂₀₁, qui erre aux confins de notre Système solaire, semble suffisamment grand pour être qualifié de planète naine, au même titre que Pluton. Ce nouvel objet est l'un des objets visibles les plus lointains de notre Système solaire et sa présence suggère que l'espace que l'on croyait vide au-delà de Neptune, dans la ceinture de Kuiper, est en réalité bien peuplé.

Les objets transneptuniens sont des petites planètes qui orbitent autour du Soleil à une distance moyenne supérieure à celle de Neptune. Le nouveau TNO est spécial pour

deux raisons : son orbite extrême et sa grande taille.

L'aphélie de l'objet est de plus de 1 600 unités astronomiques et le périhélie de 44,5 UA, comparable à celui de Pluton. Cette orbite extrême, parcourue en 25 000 ans environ, suggère une histoire complexe d'interactions gravitationnelles. Le TNO a dû frôler une planète géante, ce qui l'a éjecté sur une orbite très étendue. Sa migration a peut-être comporté plusieurs étapes. Il est possible qu'il ait d'abord été expulsé vers le nuage d'Oort, la région la plus éloignée du Système solaire qui abrite de nombreuses comètes, puis renvoyé vers l'intérieur.

De nombreux TNO extrêmes ont des orbites qui semblent se regrouper selon des

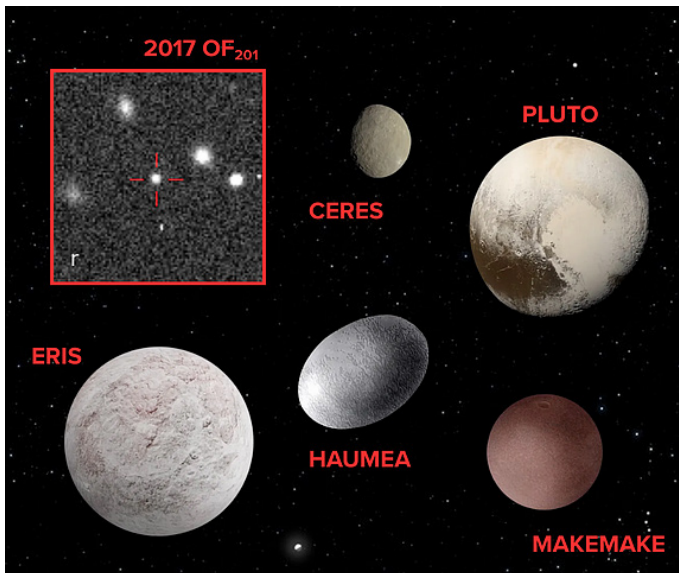


Image composite montrant les cinq planètes naines reconnues par l'Union astronomique internationale, ainsi que l'objet transneptunien nouvellement découvert en 2017 OF₂₀₁. (NASA/JPL-Caltech ; Sihao Cheng et al.)

orientations spécifiques, mais ce n'est pas le cas de 2017 OF₂₀₁. Ce regroupement a été interprété comme une preuve indirecte de l'existence d'une autre planète du Système solaire, la Planète X ou la Neuvième Planète. L'exception de 2017 OF₂₀₁ pourrait remettre en cause cette hypothèse.

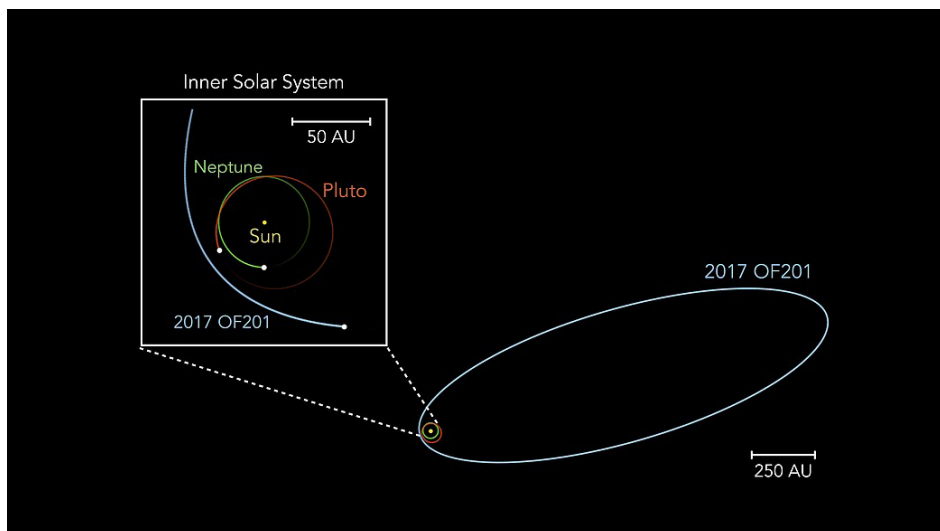
Les chercheurs estiment le diamètre de 2017 OF 201 à 700 km, ce qui en ferait le deuxième plus grand objet connu sur une orbite aussi large. Le diamètre de Pluton, quant à lui, est de 2377 km. D'autres observations, à l'aide de radiotélescopes, sont nécessaires pour déterminer la taille exacte de l'objet.

L'objet a été découvert dans le cadre d'une recherche de TNO et d'éventuelles autres planètes dans le Système solaire externe. Il a été identifié en repérant des points lumineux dans une base de données d'images astronomiques des télescopes Victor M. Blanco et Canada-France-Hawaii, et en essayant de relier tous les groupes possibles de ces points qui semblaient se déplacer dans le ciel à la manière d'un unique TNO. 2017 OF₂₀₁ a été reconnu sur 19 expositions différentes, prises sur 7 ans.

2017 OF₂₀₁ ne passe qu'1 % de son temps suffisamment près de nous pour être détectable. La présence de cet objet unique suggère qu'il pourrait en exister une centaine d'orbite et de taille similaires ; ils sont tout simplement trop éloignés pour être détectables actuellement.

Même si les progrès des télescopes nous ont permis d'explorer des régions lointaines de l'Univers, il reste encore beaucoup à découvrir sur le Système solaire. Cette détection démontre également la puissance de la science ouverte. Toutes les données utilisées pour identifier et caractériser cet objet sont dans des archives accessibles à tous, et pas seulement aux astronomes professionnels. Cela signifie que les découvertes révolutionnaires ne se limitent pas à ceux qui ont accès aux plus grands télescopes du monde. N'importe quel chercheur, étudiant ou citoyen disposant des outils et des connaissances appropriés aurait pu faire cette découverte, soulignant ainsi l'importance du partage des ressources scientifiques.

Emplacement actuel de Pluton, Neptune et 2017 OF201.
(Jiaxuan Li et Sihao Cheng)



2020 VN₄₀

Basé sur un communiqué Cfa

Les astronomes ont découvert un autre objet rare bien au-delà de Neptune. Ce nouveau venu dans la classe des objets transneptuniens a la particularité de se déplacer au rythme de la planète géante. En effet 2020 VN₄₀ est le premier corps connu pour effectuer une orbite autour du Soleil pendant que Neptune parcourt la sienne dix fois.

Cette découverte aide les scientifiques à comprendre le comportement des objets du Système solaire externe et comment ils sont arrivés là. Elle étaye l'idée que de nombreux objets lointains se font temporairement capturer par la gravité de Neptune lorsqu'ils dérivent dans l'espace. Cela montre que même des régions très éloignées influencées par Neptune peuvent contenir des objets et cela nous apporte de nouveaux indices sur l'évolution du Système solaire.

La découverte a été réalisée par le programme LiDO (Large inclination Distant Objects), qui recherchait des objets inhabituels dans le Système solaire externe. Ce programme a utilisé le télescope Canada-France-Hawaii pour les principales opérations de relevé, ainsi que l'observatoire Gemini et le télescope Magellan pour les observations complémentaires.

Le programme été conçu pour rechercher des corps dont les orbites s'étendent bien au-dessus et au-dessous du plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil, une partie du Système solaire externe qui n'a pas été bien étudiée.

Il est fascinant d'apprendre combien de petits corps du Système solaire évoluent sur de telles orbites, très larges et très inclinées. La distance moyenne de l'objet au Soleil est environ 140 fois plus grande que celle de la Terre et il suit une trajectoire très inclinée par rapport au plan du Système solaire.

Ce qui rend 2020 VN₄₀ encore plus intéressant, c'est son déplacement par rapport à

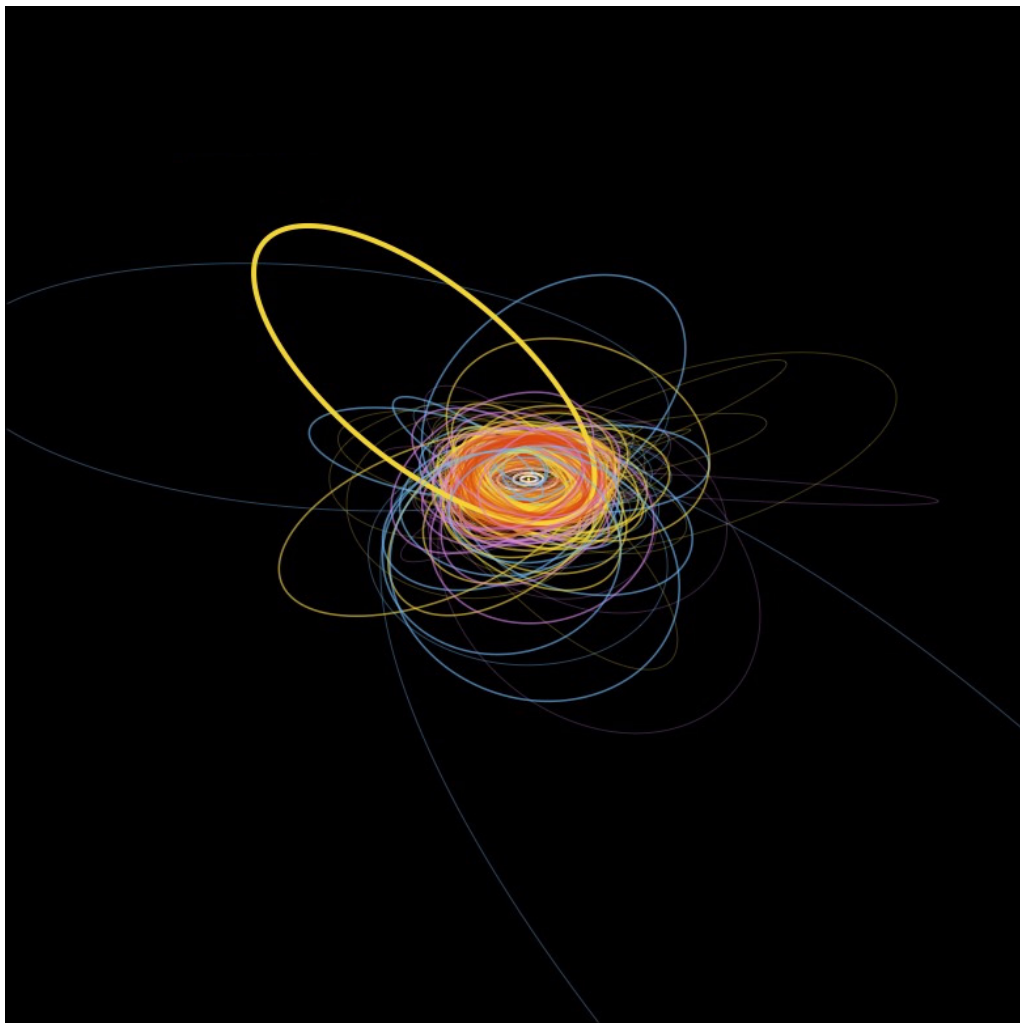
Neptune. La plupart des objets dont la période orbitale est dans un rapport simple avec celle de Neptune se rapprochent toujours du Soleil lorsque Neptune est loin. Au contraire, 2020 VN₄₀ se rapproche du Soleil lorsque Neptune en est proche.

L'inclinaison de l'orbite de 2020 VN₄₀ signifie qu'il n'est pas réellement proche de Neptune, car 2020 VN₄₀ se trouve alors bien au sud du plan de l'écliptique. Les deux n'apparaissent proches qu'en projection sur ce plan. Tous les autres objets transneptuniens résonnants connus se déplacent en évitant cet alignement au plus près du Soleil.

L'existence de ce comportement pourrait changer notre perception du mouvement des objets distants. Ces résultats suggèrent que des orbites fortement inclinées peuvent conduire à des types de mouvements nouveaux et inattendus. L'étude LiDO a déjà permis de détecter plus de 140 objets lointains et d'autres découvertes sont attendues lors de futures études.

La découverte de 2020 VN₄₀ n'est donc probablement qu'un début. Une nouvelle fenêtre s'ouvre sur l'histoire du Système solaire. L'observatoire Vera C. Rubin, qui entre en service sur un sommet des Andes, va révolutionner notre capacité à détecter des objets lointains et peu lumineux. Sa caméra à grand champ balayera l'ensemble du ciel visible toutes les trois nuits et devrait capturer des milliers de nouveaux TNO et d'autres planétoïdes, y compris ceux aux orbites les plus étranges. Les astronomes anticipent la découverte de nombreux autres corps en résonance avec Neptune, sur des orbites très inclinées. À terme, les chercheurs pourraient établir une carte détaillée de l'influence de la planète sur les orbites du Système solaire externe.

Cela pourrait conduire à la découverte d'objets encore plus exotiques et donner des indices indirects sur l'existence éventuelle de la planète X, cette planète hypothétique massive qui influencerait certains TNO extrêmes.



*Les astronomes ont découvert un objet rare, situé bien au-delà de Neptune et se déplaçant au rythme de la planète géante. Cette image montre les orbites de tous les objets découverts dans le cadre de l'étude Outer Solar System Origins Survey. L'orbite de 2020 VN₄₀ est tracée en gras, inclinée vers le haut et vers la gauche par rapport aux orbites de la plupart des autres objets. Les orbites des planètes géantes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont représentées par de petits cercles blancs.
(R. Pike, CfA)*

Une nouvelle lune d'Uranus

Basé sur un communiqué NASA

Le télescope spatial James Webb a permis d'identifier une nouvelle lune d'Uranus, élargissant la famille de satellites connus de la planète à 29 membres. L'objet a été repéré sur une série de 10 images de 40 minutes prises par la caméra proche infrarouge (NIRCam).

On estime que la lune mesure seulement une dizaine de kilomètres de diamètre, en supposant qu'elle a une réflectivité (albédo) semblable à celle des autres petits satellites d'Uranus. Cette taille réduite la rendait probablement invisible à Voyager 2 et aux autres télescopes.

Uranus possède plus de petites lunes tournant en dessous des lunes principales que les autres planètes du Système solaire. Les interactions complexes avec les anneaux laissent entrevoir une histoire chaotique qui brouille la frontière entre système d'anneaux et système de lunes*. La nouvelle lune est plus petite que la plus petite des lunes intérieures connues jusqu'alors, ce qui laisse penser que cette complexité est encore plus grande qu'on ne l'imaginait.

La nouvelle lune est le 14^e membre du système complexe de petites lunes orbitant plus près de la planète que les plus grandes lunes : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Obéron. Elle est située à environ 56 000 kilomètres du centre d'Uranus, dans son plan

équatorial, entre les orbites d'Ophelia (qui se trouve juste à l'extérieur du système d'anneaux principal d'Uranus) et de Bianca. Son orbite quasi circulaire suggère qu'elle pourrait s'être formée près de son emplacement actuel.

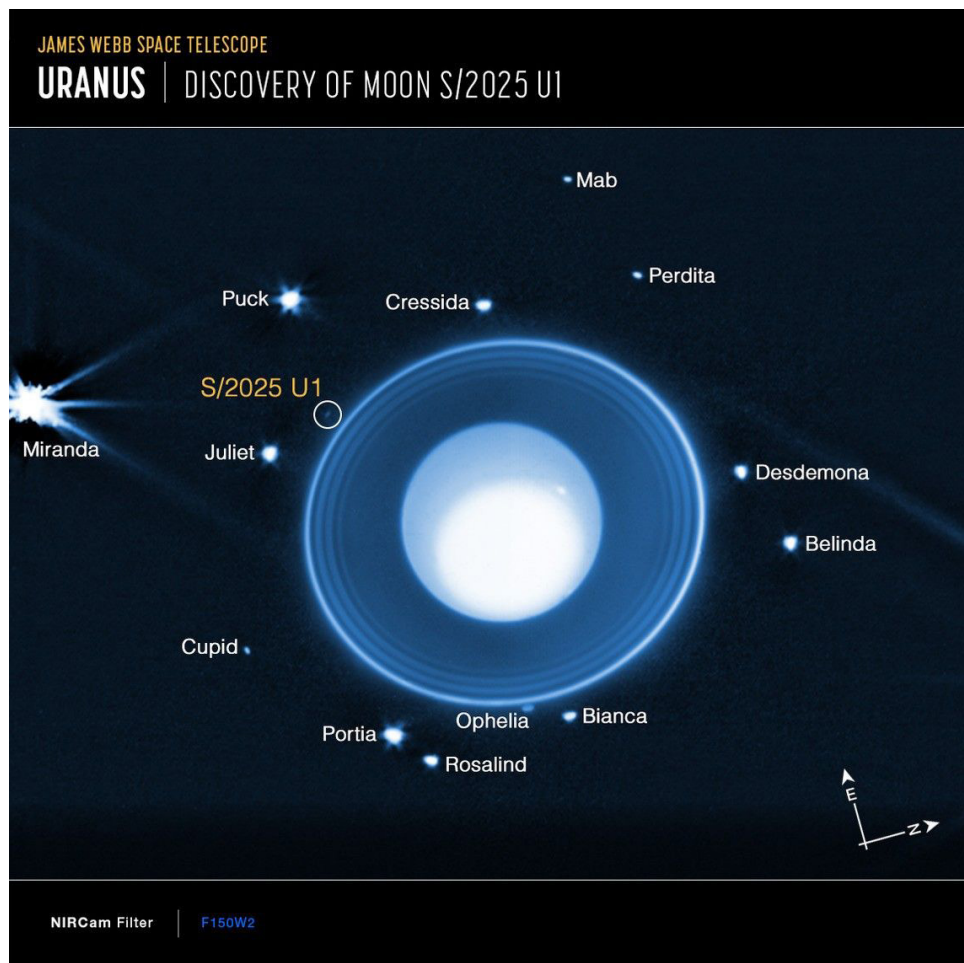
Les satellites d'Uranus portent le nom de personnages de Shakespeare et d'Alexander Pope. Celui de la nouvelle lune devra être approuvé par l'Union astronomique internationale (UAI), l'autorité principale en matière d'attribution de noms et de désignations officiels aux objets astronomiques.

Grâce à ce programme et à d'autres, Webb offre un regard nouveau sur le Système solaire externe. La haute résolution et la sensibilité infrarouge de NIRCam le rendent particulièrement performant pour détecter des objets lointains et de faible luminosité, inaccessibles aux autres observatoires. La découverte de cette lune souligne la manière dont l'astronomie peut s'appuyer sur l'héritage de missions comme Voyager 2, qui a survolé Uranus en 1986 et a offert à l'humanité son premier aperçu rapproché de ce monde mystérieux. Quatre décennies plus tard, le JWST repousse encore plus loin cette frontière.

*Comparaison des cinq grandes lunes d'Uranus, en couleurs réelles, classées par ordre de distance par rapport à Uranus. De gauche à droite : Miranda, puis Ariel, Umbriel, Titania et Oberon. La texture est obtenue à partir d'images de la NASA, la couleur est obtenue à partir des spectres des lunes.
(CactiStaccingCrane; CC0 1.0)*

* Voir « Les lunes d'Uranus », p. 465





Cette image montre la nouvelle lune, désignée S/2025 U1, ainsi que 13 des 28 autres lunes connues en orbite autour de la planète. (La petite lune Cordelia orbite juste à l'intérieur de l'anneau le plus externe, mais n'est pas visible sur ces images en raison de l'éblouissement des anneaux.) En raison des différences importantes de luminosité, l'image est un composite de trois traitements différents des données, permettant de distinguer à la fois les détails de l'atmosphère planétaire, des anneaux environnants et des lunes en orbite. Les données ont été prises avec le filtre large bande F150W2 de la NIRCam, qui transmet les longueurs d'onde infrarouges d'environ 1,0 à 2,4 microns. (NASA, ESA, CSA, STScI, M. El Moutamid/SwRI, M. Hedman/University of Idaho)

Les lunes d'Uranus

Basé sur un communiqué STScI

Le télescope spatial Hubble a été utilisé pour étudier les interactions entre l'environnement magnétique d'Uranus et la surface de gros satellites. Les quatre lunes de cette étude – Ariel, Umbriel, Titania et Obéron – sont synchronisées avec Uranus, de sorte qu'elles montrent toujours la même face à la planète.

Les scientifiques avaient prédit que, d'après les interactions avec la magnétosphère d'Uranus, les faces avant des lunes, orientées dans la direction du mouvement orbital, seraient plus brillantes que les faces arrière. Cela serait dû aux particules chargées, telles que les électrons, piégées le long des lignes de champ magnétique et heurtant principalement chaque lune par l'arrière.

À leur grande surprise, les chercheurs ont plutôt constaté l'inverse, des preuves évidentes d'obscurcissement sur les faces avant des lunes extérieures. Cela indique que la magnétosphère d'Uranus pourrait n'interagir que peu avec ses grandes lunes, ce qui contredit les données recueillies dans le proche infrarouge.

Uranus est étrange et l'ampleur de l'interaction du champ magnétique avec ses satellites a toujours été incertaine. Elle est inclinée de 98 degrés par rapport à l'écliptique. Elle tourne très lentement autour du Soleil, complétant ainsi son orbite de 84 années terrestres. Au moment du survol de Voyager 2, la magnétosphère d'Uranus était inclinée d'environ 59 degrés par rapport au plan orbital des satellites. Il y a donc une inclinaison supplémentaire du champ magnétique par rapport à l'axe de rotation.

Comme les lignes de champ magnétique tournent plus vite que les lunes, elles passent constamment devant ces lunes. Si la magnétosphère d'Uranus interagit avec ses lunes, les particules chargées devraient frapper préférentiellement les faces arrière.

Ces particules chargées, ainsi que les rayons cosmiques de notre galaxie, devraient obscurcir les hémisphères arrière d'Ariel, Umbriel, Titania et Obéron et, peut-être, générer le dioxyde de carbone que l'on y a détecté.

L'équipe s'attendait à ce que, notamment pour les lunes intérieures Ariel et Umbriel, les hémisphères arrière soient plus sombres que les côtés avant dans les longueurs d'onde ultraviolettes et visibles. Au contraire, les hémisphères avant et arrière d'Ariel et d'Umbriel présentent des luminosités très similaires. En revanche, les chercheurs ont observé une différence entre les hémisphères des deux lunes extérieures, Titania et Obéron, qui ne correspondent pas à celles qu'ils attendaient. Les deux lunes extérieures ont des hémisphères avant plus sombres et plus rouges que leurs hémisphères arrière. L'équipe pense que la poussière provenant de certains satellites irréguliers d'Uranus recouvre les faces avant de Titania et d'Obéron.

Les satellites irréguliers tournent sur de très grandes orbites excentriques, inclinées par rapport au plan équatorial de la planète. Des micrométéorites frappent constamment la surface des satellites irréguliers, éjectant de petits fragments de matière qui se retrouvent en orbite autour d'Uranus.

Au fil des millions d'années, ces poussières se déplacent vers Uranus et finissent par croiser les orbites de Titania et d'Obéron. Ces lunes extérieures balayent la poussière et la captent principalement sur la face avant. C'est un peu comme des insectes qui heurtent le pare-brise d'une voiture.

Ce matériau confère à Titania et Obéron des hémisphères avant plus sombres et plus rouges. Ces lunes extérieures protègent efficacement les lunes intérieures Ariel et Umbriel de la poussière, ce qui explique pourquoi ces dernières ne présentent aucune différence de luminosité.

Le même phénomène a été observé dans le système de Saturne et probablement aussi dans celui de Jupiter. C'est l'une des premières preuves d'un échange de matière similaire entre les satellites d'Uranus.

Sur la base de ces résultats, les scientifiques soupçonnent que la magnétosphère d'Uranus est relativement calme, ou plus complexe qu'on ne le pensait. Il est possible que des interactions entre les lunes d'Uranus et la magnétosphère se produisent, mais que, pour



une raison inconnue, elles ne provoquent pas d'asymétrie avant-arrière, contrairement aux hypothèses des chercheurs. La réponse nécessitera des recherches plus approfondies sur l'énigmatique Uranus, sa magnétosphère et ses lunes.

Les cinq plus grandes lunes d'Uranus, parfois appelées « lunes classiques ». De bas en haut Ariel (avec son ombre), Miranda, Umbriel, Obéron, Titania. De faibles anneaux fantomatiques, semblables à ceux de Saturne, entourent la géante de glace bleue.
(NASA, ESA, STScI, C. Soto, J. DePasquale)



Comète 3I

Après avoir visité les confins du Système solaire, la comète 3I/ATLAS s'approche rapidement du Soleil. Découverte le 1^{er} juillet par le télescope ATLAS (Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System), 3I vient de bien plus loin. Son excentricité remarquable de 6,16 prouve une origine dans un autre système que le nôtre. Elle dénote une vitesse très grande (58 km/s) par rapport au Système solaire et donc une trajectoire hyperbolique très tendue.

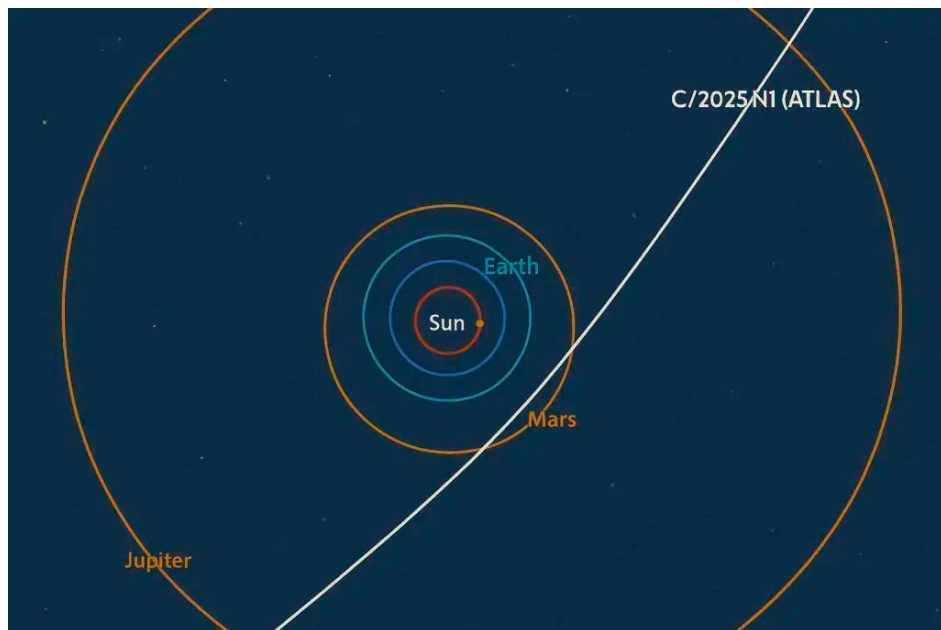
3I atteindra son périhélie le 29 octobre à 1,36 UA du Soleil avant de continuer sa visite de la Galaxie.

Beaucoup de télescopes sont braqués sur cet objet qui n'est que le troisième dont l'origine interstellaire est claire. Les astronomes espèrent glaner des informations cruciales sur la nature d'une comète qu'on pense venir d'un système beaucoup plus vieux que le nôtre.

Image prise par le télescope spatial Hubble de la comète interstellaire 3I/ATLAS. Hubble a photographié la comète le 21 juillet 2025, alors qu'elle se trouvait à 3,8 unités astronomiques du Soleil.

*L'activité de la comète se traduit par la coma de gaz et de poussières. Le télescope suivait le mouvement de la comète de sorte que les images des étoiles sont allongées.
(NASA/Hubble)*

Les deux premiers objets interstellaires étaient 1I/'Oumuamua et 2I/Borissov. Le premier était inerte et se caractérisait par une forme effilée. Le second montrait les attributs d'une comète de bon aloi, peu différente de celles du nuage d'Oort.



▲ *Trajectoire de la comète
3I/ATLAS=C/2025 N1
(NASA/JPL)*

◀ *1I/'Oumuamua photographié
le 28 octobre 2017 par le télescope
William Herschel de 4,20 m aux
Canaries.
(A. Fitzsimmons, Queen's
University Belfast, ING, Instituto
de Astrofísica de Canarias)*



◀ *La comète interstellaire
2I/Borisov photographiée avec le
télescope spatial Hubble.
(NASA, Gemini Observatory,
NSF, Aura)*