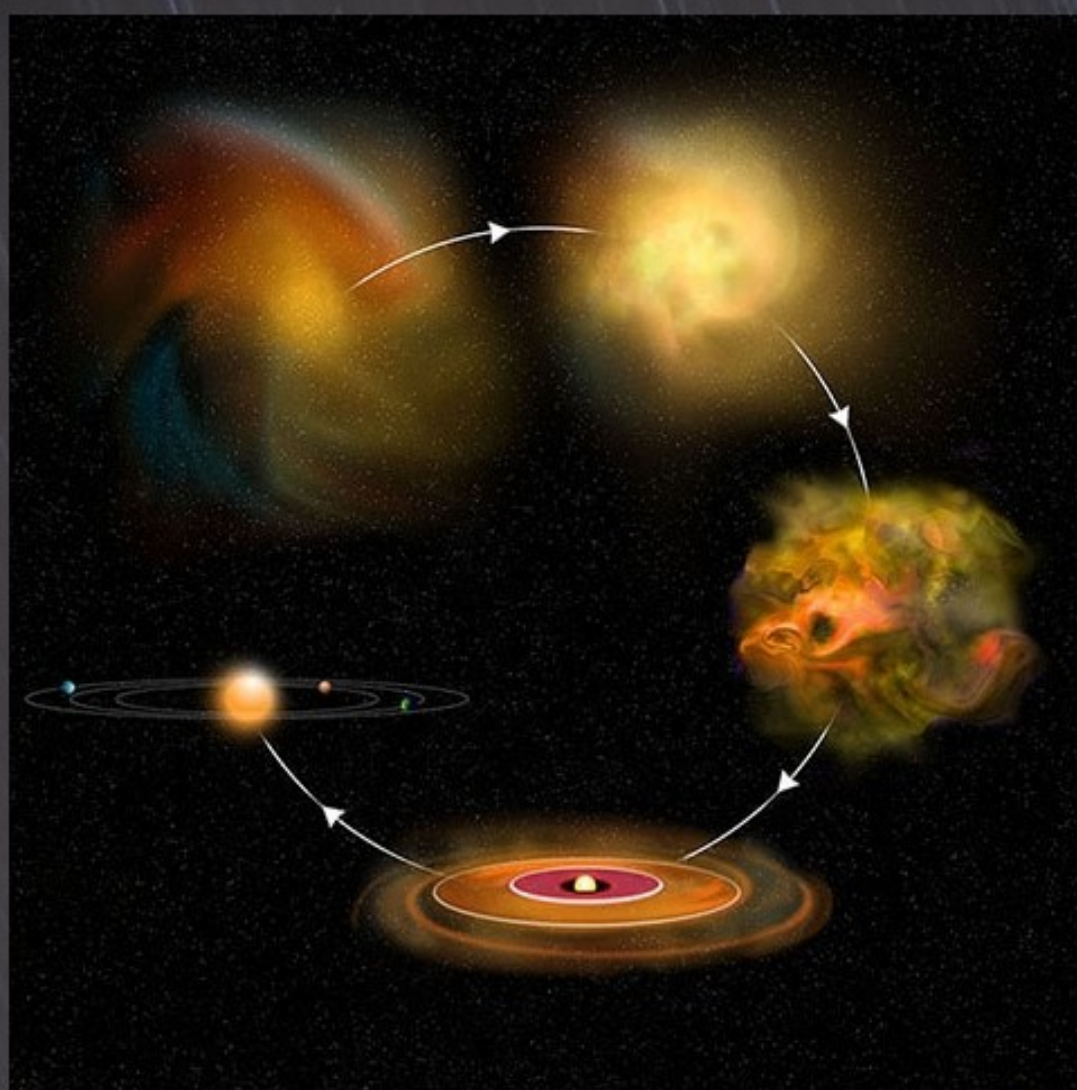


Les astéroïdes

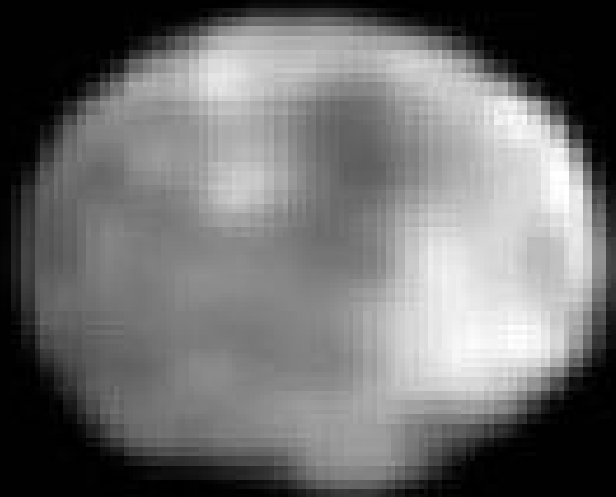




LES ÉTAPES DE FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

CC BY 3.0 B. Saxton/NRAO/AUI/NSF

Céres



1801 : Piazzi découvre le 1er astéroïde 1 Ceres (960km de diamètre, 414 millions de km du soleil)

1802 : Olbers découvre 2 Pallas (550km)



L'ASTÉROÏDE ET PLANÈTE NAIN (1) CERES

Ceres photographié par la sonde Dawn le 4 mai 2015. Premier astéroïde découvert dans la ceinture principale d'astéroïdes située entre Mars et Jupiter, Ceres est le seul corps de cette ceinture à avoir le statut de planète naine.

Crédits J. Cowart/NASA/JPL-Caltech/UCLA/
MPS/DLR/IDA

Entre 1802 et 1807, trois autres objets seront découverts sur des orbites proches : Pallas en 1802, par Heinrich Olbers, Junon en 1804, par Karl Ludwig Harding et Vesta en 1807, une nouvelle fois par Heinrich Olbers.

Depuis cette époque, le cortège de ces petits corps – leur appellation officielle actuelle – s'est enrichi de près de 920 000 nouveaux membres pour lesquels plus de 200 millions d'observations de position ont été réalisées afin de connaître précisément leur orbite.

DÉFINITION ET TERMINOLOGIE

APRÈS LA DÉCOUVERTE DE CERES ET PALLAS, WILLIAM HERSCHEL PRESSENT QUE CES OBJETS APPARTIENNENT À UNE NOUVELLE CATÉGORIE DE CORPS CÉLESTES. IL INVENTE ALORS L'APPELLATION « ASTÉROÏDE ».

Le terme astéroïde provient du grec ἀστήρ (astêr) qui signifie « étoile » et εἶδος (eĩdos) qui signifie « aspect extérieur ».

Dans un article publié le 1^{er} janvier 1802 par la Royal Society, intitulé « Observations on the two lately discovered celestial bodies », Herschel nomme ainsi Ceres et Pallas, récemment découverts, en raison de leur physionomie d'étoile au télescope : contrairement aux planètes, ils sont entourés d'un « flou ambiant » qui rend difficile la distinction de leur contour et ne laisse entrevoir qu'un « aspect mal défini ». Impossible donc d'en résoudre la taille apparente.

| **A priori semblable à une étoile, l'astéroïde n'en est cependant pas une.**

Herschel définit alors, par comparaison avec les planètes et les comètes, les caractéristiques des astéroïdes :

1. Ce sont des corps célestes, généralement de très petite taille.
2. Ils sont en orbite autour du Soleil, se déplaçant sur des ellipses de faible ou de forte excentricité.
3. Les plans de ces orbites peuvent être inclinés d'un angle quelconque par rapport au plan de l'écliptique.
4. Leur mouvement peut être direct ou rétrograde.

Durant plus d'un siècle, cette notion d'astéroïde va devenir la norme pour désigner tous les corps découverts qui ne sont ni l'une des huit planètes, ni des comètes.

Hypothèse 1

LA PREMIÈRE HYPOTHÈSE POUR EXPLIQUER L'ORIGINE DES ASTÉROÏDES SOUTENAIT QU'ILS ÉTAIENT LES VESTIGES D'UNE PLANÈTE QUI AURAIT EXPLODÉ IL Y A PLUSIEURS MILLIONS D'ANNÉES.

C'est Heinrich Olbers qui en a avancé l'idée à la suite de sa découverte de Pallas en 1802. Dès lors, tout comme Ceres, Pallas serait un fragment de cette hypothétique planète, ainsi supposée être la planète manquante entre les orbites de Mars et Jupiter prédite par la loi empirique de Titius-Bode. Les découvertes ultérieures de Junon en 1804 et de Vesta en 1807 sur des orbites voisines viendront appuyer cette théorie.

Hypothèse 2

L'hypothèse aujourd'hui partagée est que ce sont des corps rocheux qui n'ont jamais pu s'agréger pour former une planète, en raison des résonances orbitales induites par les perturbations du champ gravitationnel puissant de Jupiter.

La formation du Système solaire a en effet débuté par un gigantesque nuage de gaz et de poussières en rotation. Du fait de cette rotation, le nuage s'est aplati pour former un disque au centre duquel est née une proto-étoile (embryon de notre Soleil). Le vent solaire a repoussé les éléments les plus volatils (gaz) vers l'extérieur du disque, alors que les éléments plus denses sont restés proches de l'étoile en formation.

À partir de ces éléments et à différentes distances de notre proto-Soleil, la poussière et le gaz ont commencé à s'accréter pour former des planétésimaux plus ou moins riches en éléments volatils.

CLASSIFICATION SPECTRALE

DE QUOI SONT FAITS LES ASTÉROÏDES ? UNE MÉTHODE EMPLOYÉE EN ASTROPHYSIQUE PERMET, EN PARTIE, DE RÉPONDRE À CETTE QUESTION : LA SPECTROSCOPIE.

Les premières mesures de couleurs (réalisée avec des filtres) ont montré que les astéroïdes n'étaient pas tous pareils. Ils peuvent être plus ou moins bleu, ou rouge, suivant qu'ils réfléchissent plus de lumière dans une couleur (un filtre) que l'autre.

Ainsi, les premiers systèmes de classement, appelés taxonomies, des astéroïdes en fonction de leur propriétés de surface furent construits à partir de ces couleurs.

En décomposant la lumière avec un prisme, il est possible de mesurer comment elle se répartit suivant sa longueur d'onde. On appelle ceci la spectroscopie. Le principe équivaut à prendre de nombreuses images, avec des filtres très étroits, chacun correspondant à une longueur d'onde bien précise.

La forme de ces spectres, c'est à dire la distribution en longueur d'onde de la lumière réfléchiée par la surface des astéroïdes, nous renseigne sur les matériaux qui les composent.

Les derniers progrès dans la compréhension de la composition des astéroïdes s'appuient sur ces deux techniques complémentaires. Certains astéroïdes sont étudiés par spectroscopie, pour comprendre leur composition dans le détail. Cette connaissance est ensuite appliquée à tous les astéroïdes similaires, classés grâce à leurs couleurs, plus facilement mesurables, pour en étudier la distribution dans le Système solaire.

QU'A-T-ON APPRIS ?

Les premières études ont montré une succession de groupes d'astéroïdes, d'abord de couleur rouge, puis bleue, en fonction de leur éloignement au Soleil. Ceci fut interprété comme la marque d'une forte variation de température entre Mars et Jupiter lors de la formation du Système solaire.

Mais avec le nombre grandissant de mesures, le nombre d'intrus a augmenté, presque jusqu'à devenir la norme !

LES GÉOCROISEURS

Les astéroïdes géocroiseurs, ou plus justement *Near-Earth Asteroids* (astéroïdes proches de la Terre), sont des astéroïdes dont l'orbite passe à moins de 0,3 unité astronomique de notre planète. En effet, la terminologie française est à prendre au sens large, car elle recouvre également les astéroïdes dont l'orbite est proche de celle de la Terre sans nécessairement la croiser.

D'un nombre aujourd'hui estimé à 27 945, ils sont classés en quatre groupes en fonction de leurs paramètres orbitaux :

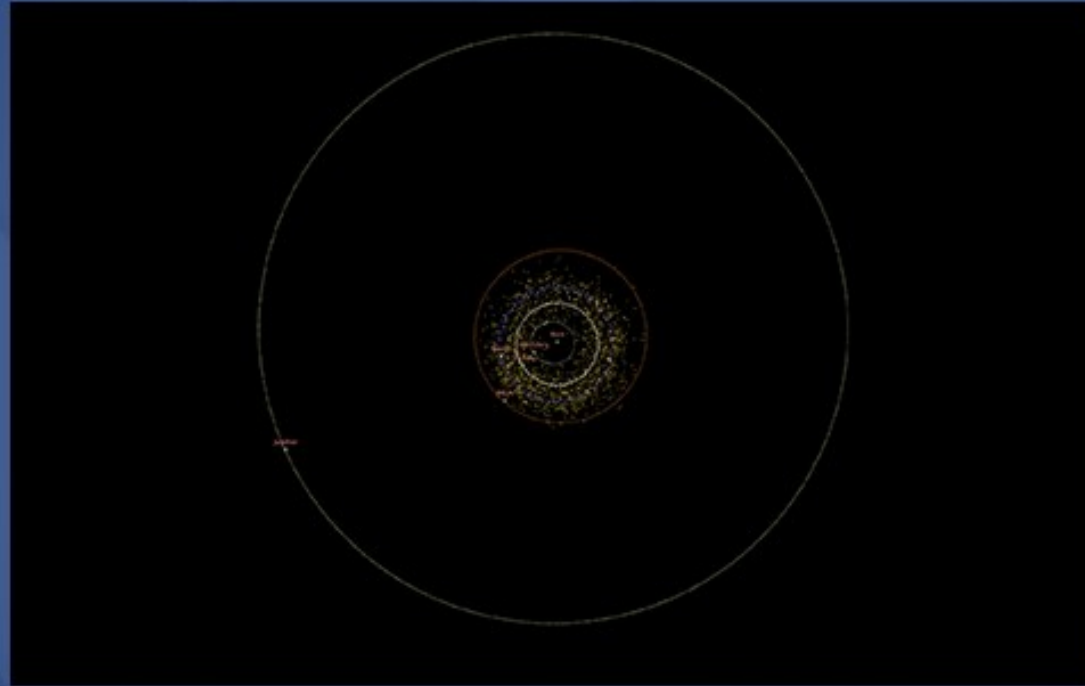
1. **Atiras** : astéroïdes dont l'orbite est entièrement contenue dans celle de la Terre (27 recensés).



VISUALISATION DES ASTÉROÏDES GÉOCROISEURS ATIRAS

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/

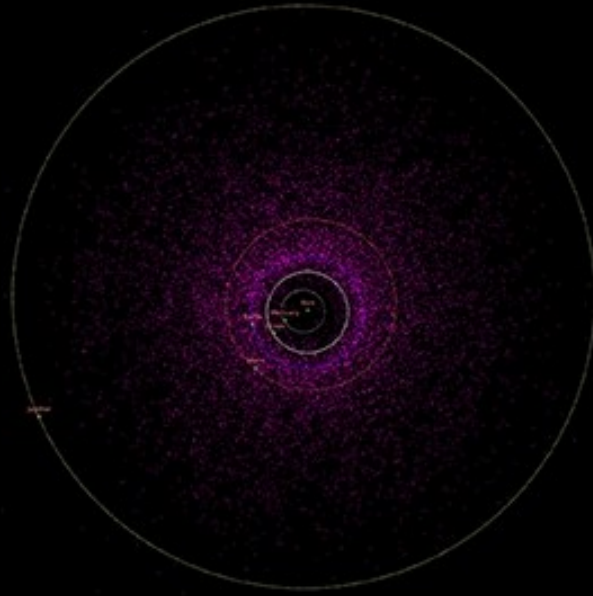
2. **Atens** : astéroïdes dont l'orbite est principalement située à l'intérieur de celle de la Terre (< 1 unité astronomique, 2 169 recensés).



VISUALISATION DES ASTÉROÏDES GÉOCROISEURS ATENS

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/
VO-IMCCE/Observatoire de Paris

3. **Apollos** : astéroïdes dont l'orbite est principalement située à l'extérieur de celle de la Terre (> 1 unité astronomique, 15 583 recensés).

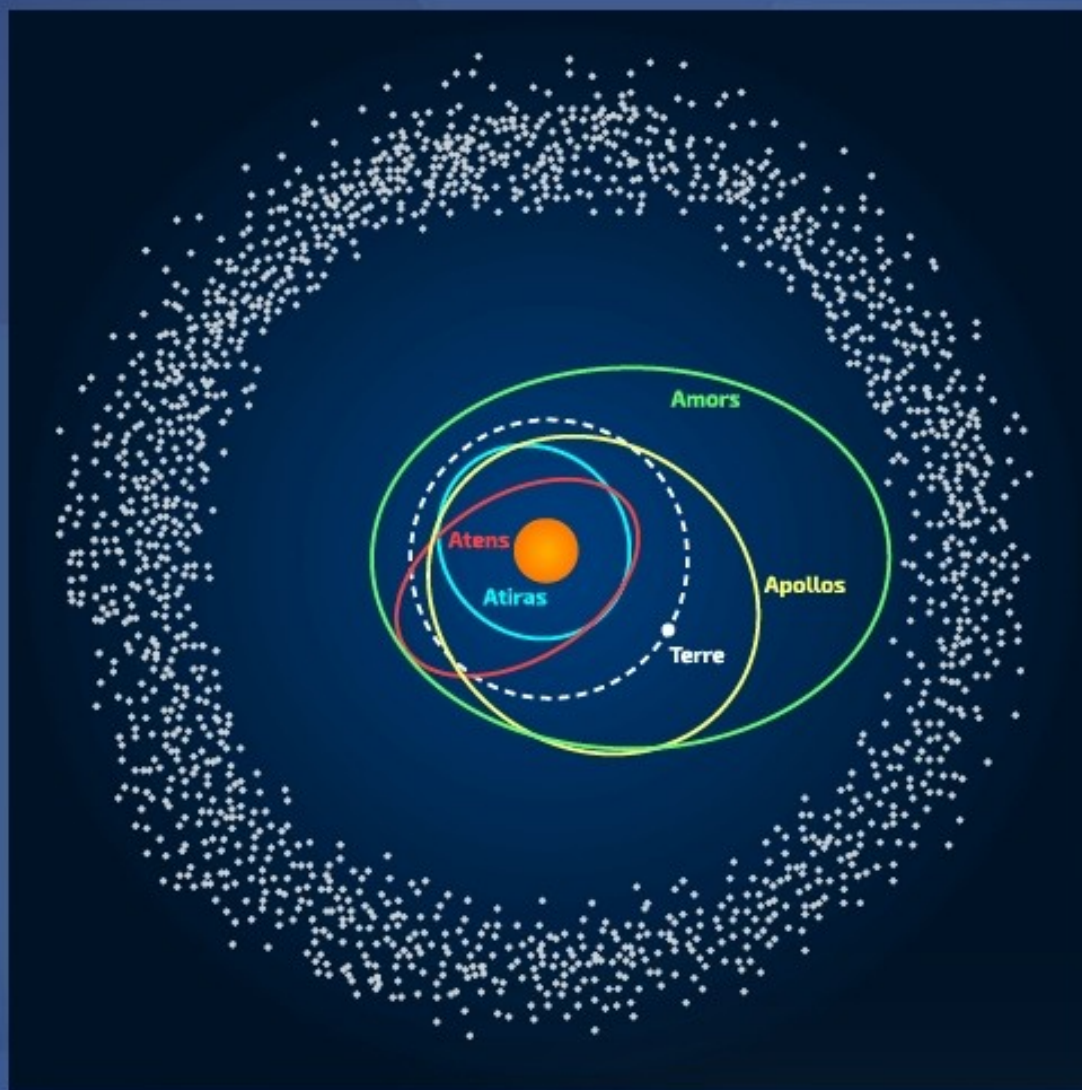


VISUALISATION DES ASTÉROÏDES GÉOCROISEURS APOLLOS

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/
VO-IMCCE/Observatoire de Paris

4. **Amors** : astéroïdes dont l'orbite excède entièrement celle de la Terre (10 166 recensés).





ORBITE RESPECTIVE DES QUATRE GROUPES D'ASTÉROÏDES GÉOCROISEURS

Le groupe Atras tient son nom de l'astéroïde (163693) Atira, le groupe Atens de l'astéroïde (2062) Aten, le groupe Apollos de l'astéroïde (1862) Apollo et le groupe Amors de l'astéroïde (1221) Amor.

Crédits Y. Gominet/IMCCE (Source NASA)

Astéroïdes Géo croiseurs

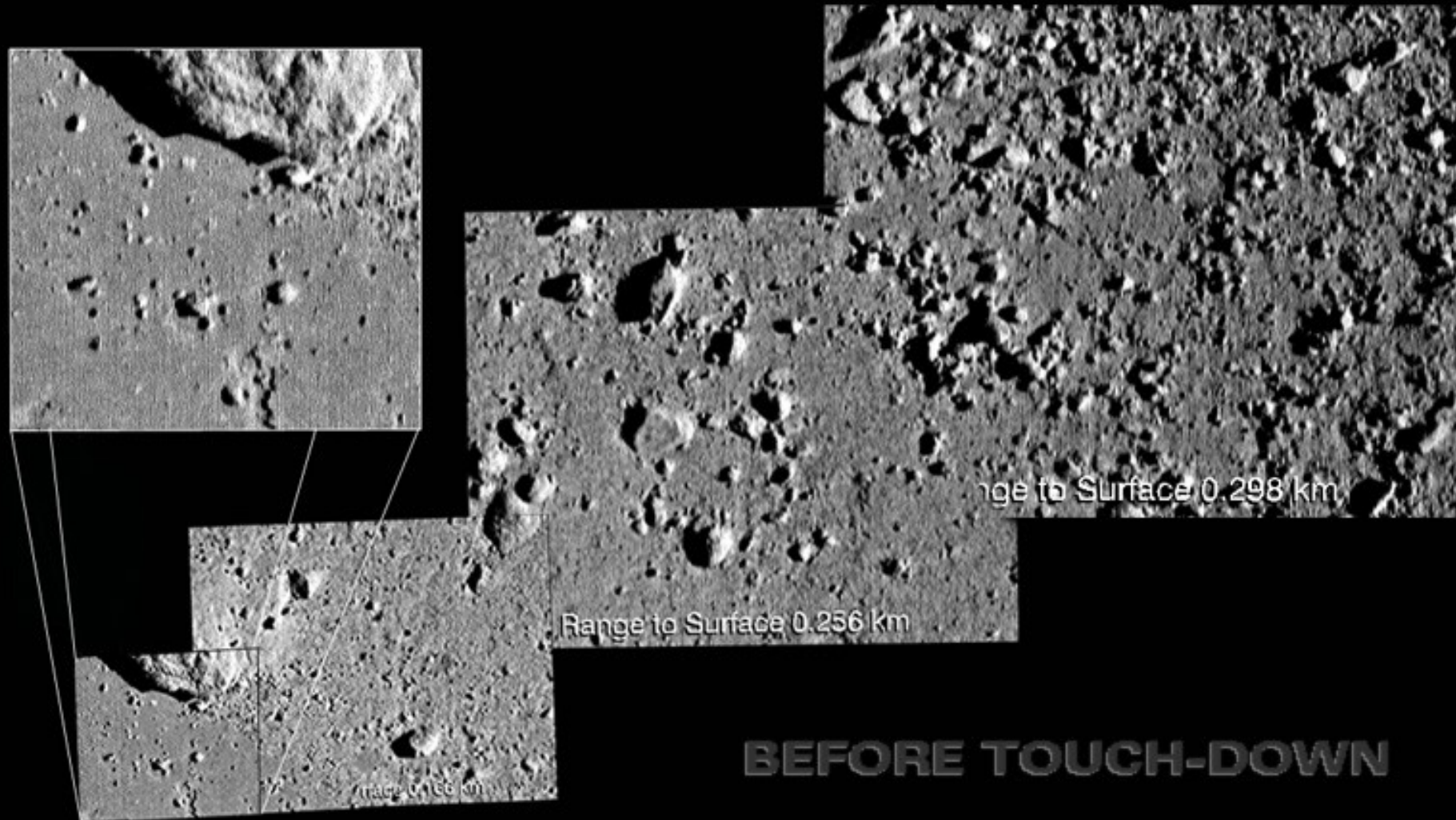
DMIO: Distance minimale d'intersection de l'orbite terrestre

Numéro ↕	Nom ou désignation provisoire ↕	DMIO-T (en ua) ↕
433	Éros	0,148425 ¹
719	Albert	0,185952 ¹
887	Alinda	0,0900055 ¹
1036	Ganymède	0,340301 ¹
1221	Amor	0,106642
1566	Icare	0,0346317
1580	Betulia	0,1348
1620	Géographos	0,0304863
1627	Ivar	0,111483
1685	Toro	0,0508767
1862	Apollon	0,0258583
1863	Antinoüs	0,181639
1864	Dédale	0,2690
1865	Cerbère	0,156347
1866	Sisyphe	0,104032
1915	Quetzálcoatl	0,1094
1916	Borée	0,2515
1917	Cuyo	0,07654
1980	Tezcatlipoca	0,2451
1981	Midas	0,00309363
2061	Anza	0,0522731
2062	Aton	0,113104



La découverte d'Éros a été attribuée à l'astronome allemand Carl Gustav Witt qui le photographia la nuit du 13 août 1898 depuis l'observatoire berlinois de l'association astronomique Urania (Urania Sternwarte Berline), comme un objet de magnitude +11

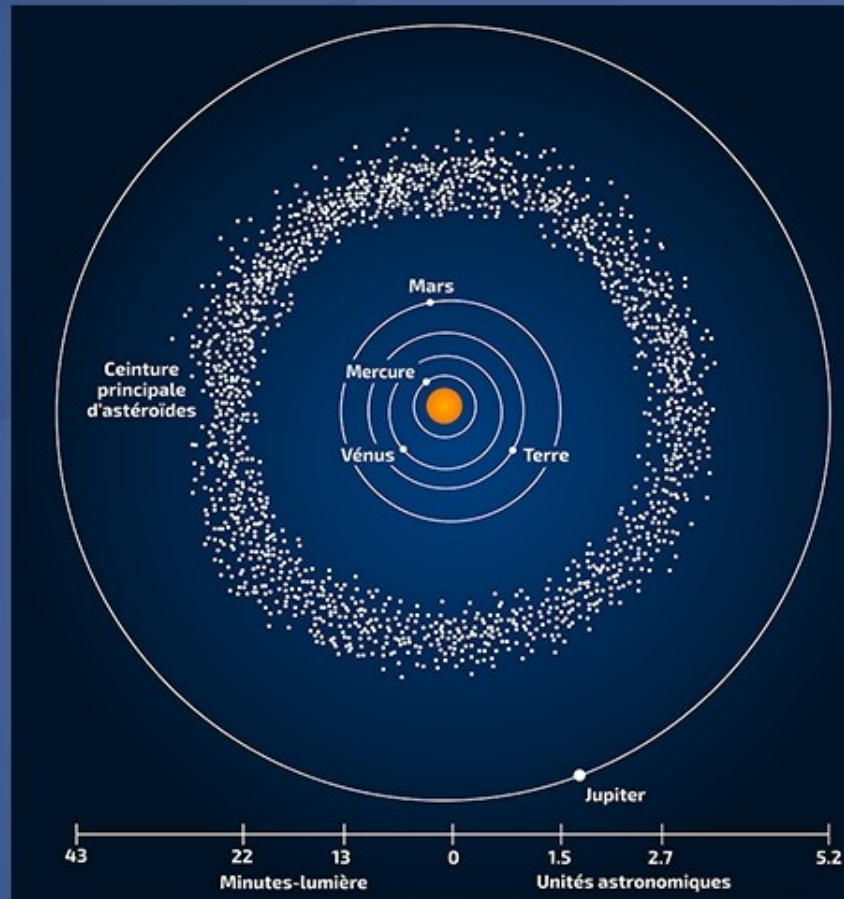
l'astéroïde type géocroiseur Amor 433 Eros de 40km de long, situé entre la Terre et Mars



12 Février 2001, NEAR-Shoemaker devient la 1ère sonde à se poser sur l'astéroïde Eros
Pendant la descente, elle a pris des images montrant des détails jusqu'à quelques centimètres

LA CEINTURE PRINCIPALE

La grande majorité des astéroïdes gravite entre les orbites de Mars et de Jupiter, dans une région du Système solaire appelée « ceinture principale des astéroïdes ». Leur nombre est actuellement estimé à 1 077 000, d'un diamètre allant du grain de poussière à plusieurs centaines de kilomètres, comme le plus grand d'entre eux, Ceres, avoisinant les 950 km.

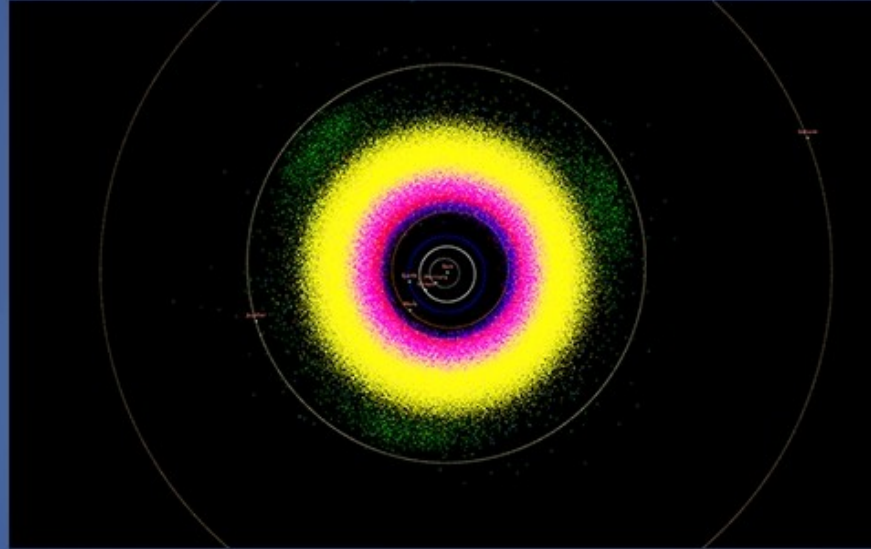


LA CEINTURE PRINCIPALE D'ASTÉROÏDES

Principal groupement d'astéroïdes, la ceinture principale d'astéroïdes se situe environ entre deux à quatre unités astronomiques du Soleil.

Crédits Y. Gominet/IMCCE (Source NASA)

Ils gravitent autour du Soleil selon des orbites légèrement elliptiques, de faible excentricité ($< 0,4$) et de faible inclinaison ($< 30^\circ$). Leur forme n'est pas non plus identique : alors que les plus grands sont généralement sphériques, les plus petits présentent un aspect irrégulier.

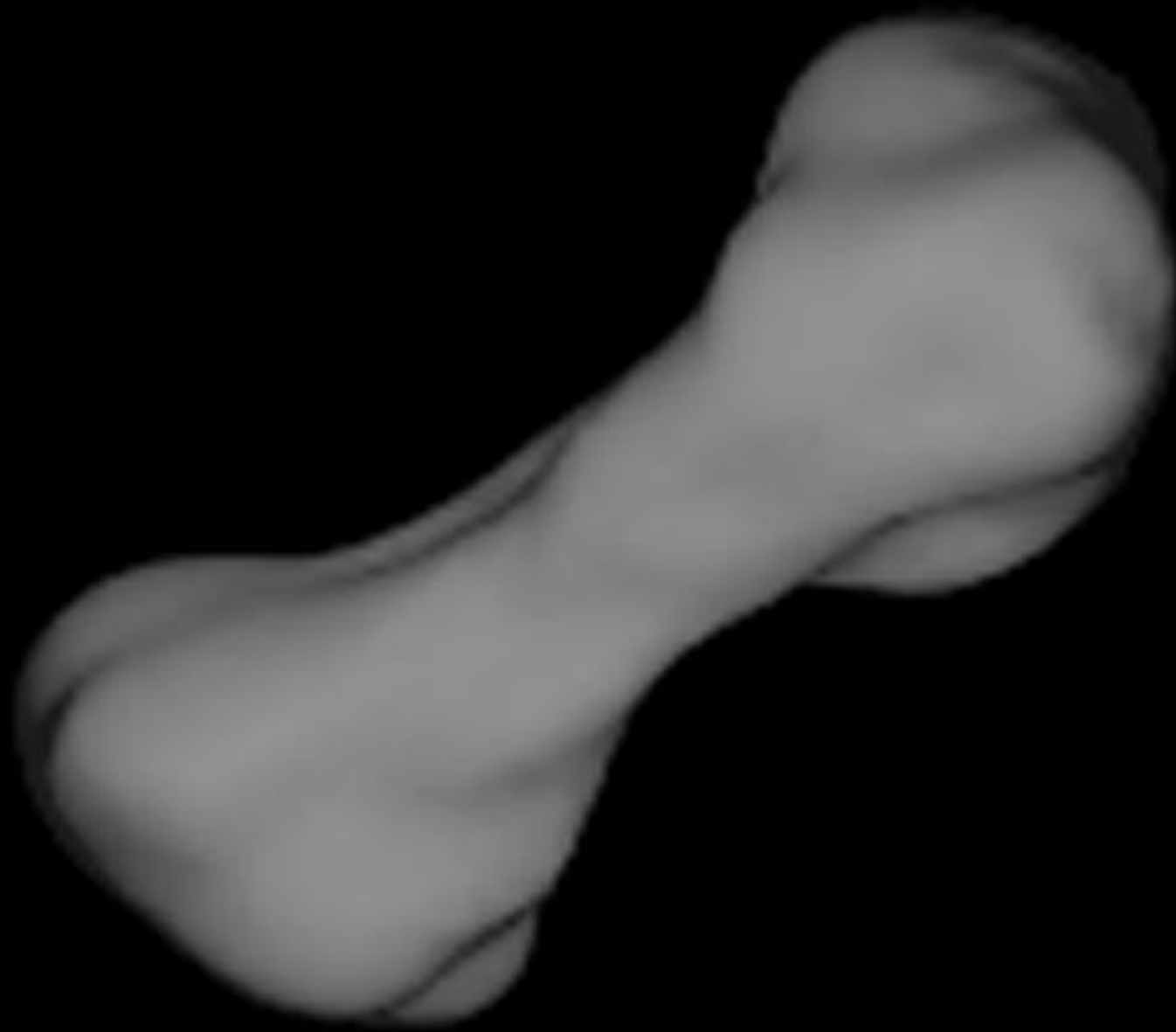


VISUALISATION DES ASTÉROÏDES DE LA CEINTURE PRINCIPALE

Code couleur Le groupe de Hungaria en bleu (25 126 objets), la ceinture principale interne (zone I, 308 221 objets) en rouge, la ceinture principale centrale (zone II, 402 164 objets) en fuchsia, la ceinture principale externe (zone III, 355 243 objets) en jaune, le groupe de Hilda en vert (6 007 objets) et le groupe de Cybèle en turquoise (5 365 objets).



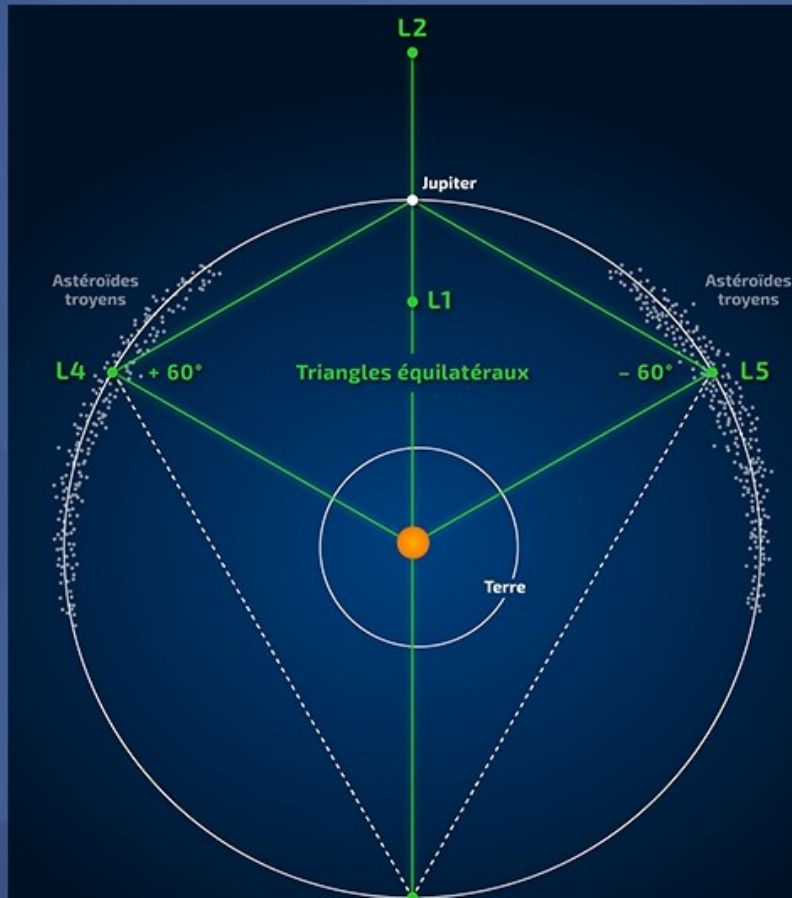
Ida (54km) et Dactyl (1.5km) vus par Galileo en 1993



216 Kléopatra (quelques km) est faite de fer et de nickel purs

LES TROYENS DE JUPITER

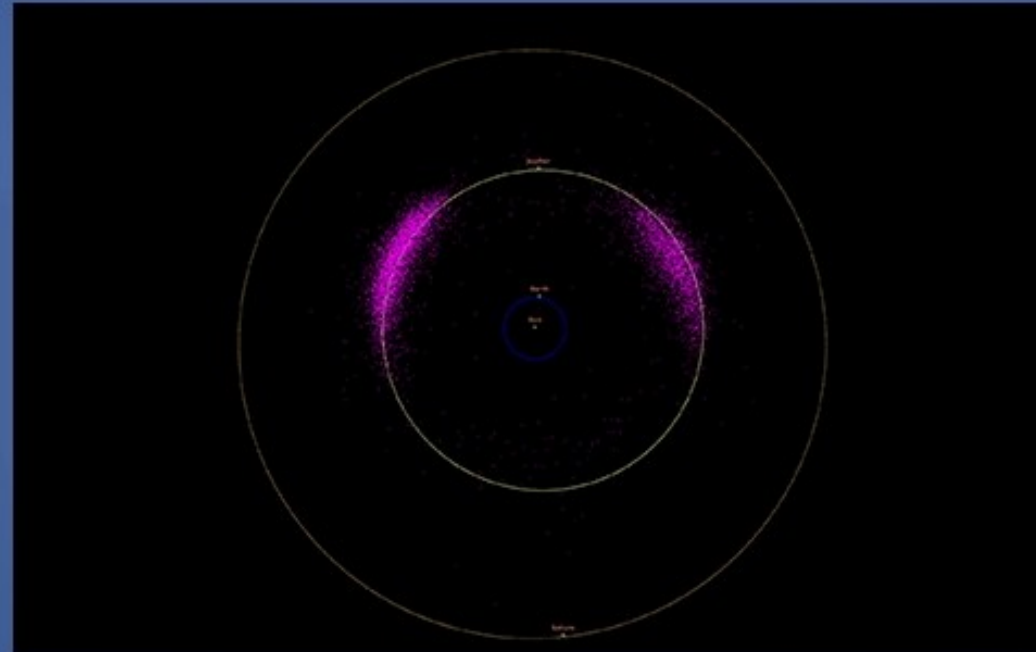
Les Troyens de Jupiter sont des astéroïdes qui partagent la même orbite que Jupiter autour du Soleil. Ils sont regroupés en deux essaims : l'un précède la planète, l'autre la suit. Au centre de chacun de ces deux essaims se trouve un point où les champs de gravité du Soleil et de Jupiter se compensent et engendrent une position d'équilibre où les corps qui s'y trouvent conservent en permanence la même distance au Soleil et à Jupiter. Ces positions sont nommées « points de Lagrange », plus précisément L_4 pour celui qui précède la planète et L_5 pour celui qui la suit.



LES POINTS DE LAGRANGE

Alors que les points L_1 , L_2 et L_3 sont instables, au sens où un corps qui s'y trouve s'en éloigne nécessairement, les points L_4 et L_5 sont stables, à condition que le corps qui s'y trouve soit de masse négligeable, suffisamment faible pour ne pas affecter le mouvement de la planète, et que le rapport des masses des deux corps principaux ne dépasse pas une valeur proche de 0,04.

Actuellement, 11 729 astéroïdes troyens sont recensés, mais leur nombre ne cesse de croître à mesure de l'avancée technologique des moyens d'observation et de détection. Les plus célèbres sont Achille, le premier à avoir été découvert en 1906, Hector et Patroclus.



VISUALISATION DES TROYENS DE JUPITER

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/
VO-IMCCE/Observatoire de Paris

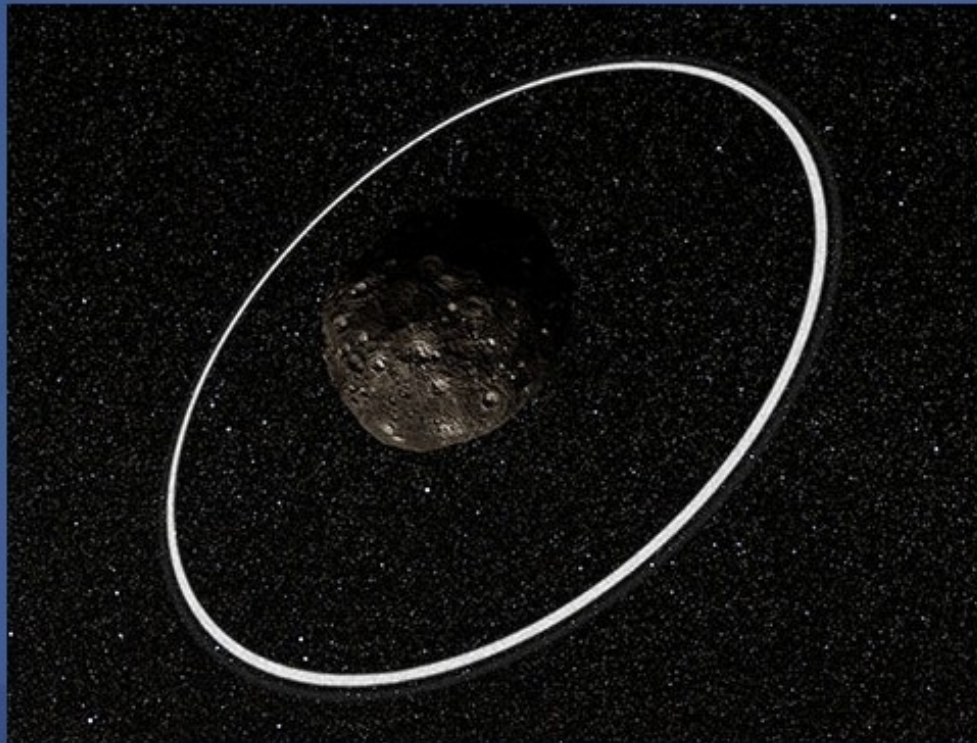
Les troyens autour des autres planètes

Nombre de troyens connus par planète du Système solaire au
12 juin 2022 (données MPC¹⁵ sauf indication contraire)

Planète ↕	En L ₄ ↕		En L ₅ ↕		Total ↕	
Vénus ¹⁶	1		0		1	
Terre ^{17, 18}	2		0		2	
Mars	1		8		9	
Jupiter	8 296		4 714		13 010	
Uranus	1		0		1	
Neptune	27		4		31	

LES CENTAURES

Le 18 octobre 1977, Chiron, corps glacé de 166 km de diamètre, est découvert sur une orbite qui croise celles des planètes géantes (Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune), mais bien moins excentrique que celles des comètes. Tout d'abord considéré comme un astéroïde, une activité cométaire sera cependant observée 12 ans plus tard, confirmant la nature cométaire de Chiron. Cette population de transition entre les astéroïdes secs et les comètes riches en glaces sera ingénieusement appelée Centaure. 698 ont été recensés à ce jour.



VUE D'ARTISTE DE L'ASTÉROÏDE CENTAURE (10199) CHARIKLO

Avec un diamètre estimé à 250 km, Chariklo est le plus grand centaure connu, mais également la première planète mineure connue à posséder des anneaux.

Crédits ESO/L. Calçada/M. Kornmesser/
N. Risinger (skysurvey.org)

Leurs orbites, qui subissent les perturbations gravitationnelles des planètes géantes, semblent instables à l'échelle de centaines de milliers d'années. C'est pourquoi l'idée a été avancée que les centaures seraient originaires de la ceinture de Kuiper, et qu'à la suite de ces perturbations gravitationnelles, ils seraient dans un état orbital intermédiaire entre la ceinture de Kuiper et les comètes à courte période. Chiron pourrait ainsi devenir, à terme, l'une de ces comètes.

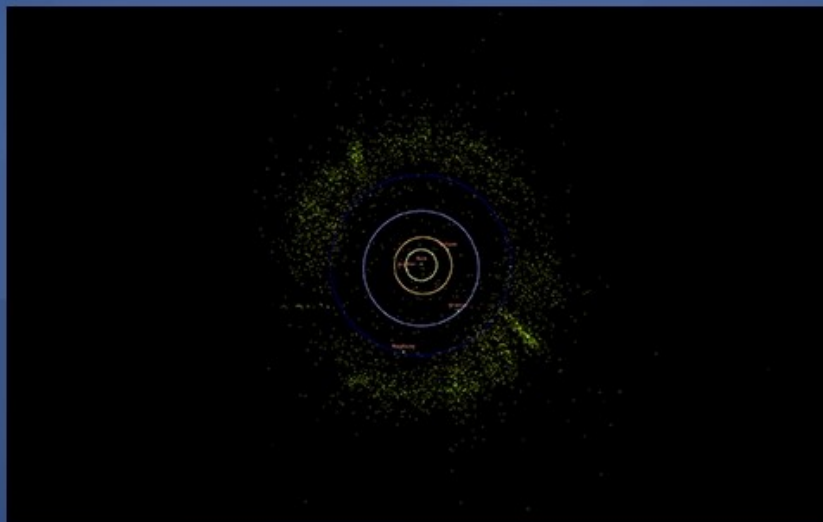


VISUALISATION DES CENTAURES

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/
VO-IMCCE/Observatoire de Paris

LA CEINTURE DE KUIPER

En 1951, Gérard Peter Kuiper (1905-1973) envisage l'existence, au voisinage de l'écliptique, d'une vaste région en forme d'anneau qui s'étend au-delà de l'orbite de Neptune, entre 30 et 55 unités astronomiques, composée de noyaux cométaires et d'astéroïdes. Cette ceinture résulterait du processus d'accrétion du nuage de gaz à partir duquel le Système solaire s'est formé et serait la source des comètes à courte période. On l'appelle ceinture de Kuiper ou ceinture de Edgeworth-Kuiper (Edgeworth était un astronome irlandais ayant formulé une hypothèse analogue dès les années 1940).



VISUALISATION DES OBJETS CONNUS DE LA CEINTURE DE KUIPER

Crédits J. Berthier & J. Normand ([Skybot3d](#))/
VO-IMCCE/Observatoire de Paris

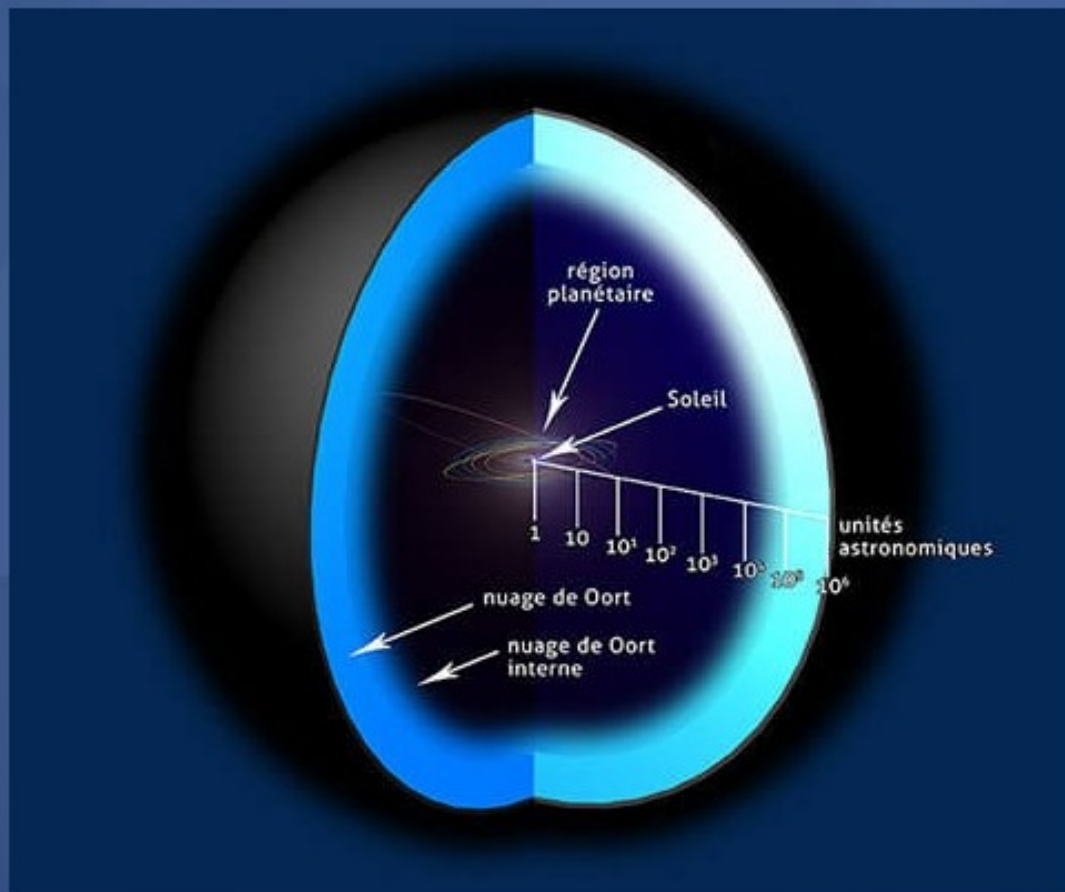
L'existence de cette ceinture a été confirmée le 14 septembre 1992 par la découverte du premier véritable objet transneptunien, 1992 QB1, aujourd'hui dénommé (15760) Albion.

Aujourd'hui, 4 140 objets ont été recensés dans cette région.

LE NUAGE DE OORT

En 1950, Jan Hendrik Oort (1900-1992) observe que la distribution des demi-grands axes des comètes de période supérieure à 200 ans connues à l'époque montre, au-delà de 10 000 unités astronomiques, une accumulation appelée aujourd'hui « pic de Oort », correspondant à une énergie orbitale très faible. Or, lors de leur passage dans la région planétaire du Système solaire, les planètes vont considérablement modifier cette énergie. Ainsi, la plupart de ces comètes vont être éjectées de ce pic. Oort en déduit que ces comètes pénètrent la région planétaire pour la première fois.

Reprenant une idée émise en 1932 par l'astronome estonien Ernst Öpik (1893-1995), Oort formule l'hypothèse qu'il existe, à une distance du Soleil de plus de 10 000 unités astronomiques, une région qui contient un grand nombre de comètes. Cette région, qui prit le nom de « nuage de Oort », s'étendrait jusqu'à près de 200 000 unités astronomiques du Soleil. Sous l'effet gravitationnel des étoiles proches du Soleil et de l'attraction gravitationnelle de la Galaxie dans son ensemble, les objets du nuage d'Oort peuvent quitter leurs orbites et « chuter » vers le Soleil, se transformant alors en comètes qui deviennent observables. Les simulations montrent que pour avoir un taux d'observation correspondant à celui observé de nos jours, le nuage doit contenir près de 1 000 milliards de comètes !



REPRÉSENTATION DU NUAGE DE OORT

Le nuage de Oort interne porte également le nom de « nuage de Hills », du nom du théoricien en dynamique stellaire qui en a élaboré le concept.

Crédits CC BY-SA 3.0 A.Z. Colvin

Cependant, malgré l'hypothèse du nombre incroyable de ces objets (laquelle ne repose que sur les demi-grands axes des comètes à longue période), seulement 2 objets sont aujourd'hui recensés, regroupés dans une classe appelée IOC (Inner Oort Cloud).

NEW HORIZONS, 2014 MU69 ET LA CEINTURE DE KUIPER

LANCÉE LE 19 JANVIER 2006, LA SONDE NEW HORIZONS DE LA NASA A RÉALISÉ UN EXPLOIT DANS LES ANNALES DE L'EXPLORATION SPATIALE EN ATTEIGNANT EN UN TEMPS RECORD ET EN SURVOLANT POUR LA PREMIÈRE FOIS, LE 14 JUILLET 2015, UN SYSTÈME DE PLANÈTE NAIN SITUÉ AU-DELÀ DE L'ORBITE DE NEPTUNE : PLUTON ET SES SATELLITES.



VUE D'ARTISTE DE LA SONDE NEW HORIZONS À L'APPROCHE DE PLUTON ET CHARON

La quantité d'énergie solaire n'étant pas suffisante dans cette région éloignée du Système solaire, la sonde est alimentée par un générateur thermoélectrique qui utilise la chaleur produite par la désintégration de plutonium 238.

Crédits NASA

New Horizons établit un nouveau record à plus d'un titre avec le survol de l'objet de la ceinture de Kuiper 2014 MU69 le 1^{er} janvier 2019. Il s'agit de l'objet le plus lointain jamais visité par un vaisseau spatial qui, de plus, fut découvert en 2014, soit plus de 12 ans après le lancement de la sonde.

EN 2003, LA SONDE HAYABUSA DE L'AGENCE SPATIALE JAPONAISE (JAXA) EST LANCÉE EN DIRECTION DE L'ASTÉROÏDE GÉOCROISEUR (25143) ITOKAWA. C'EST UNE MISSION TRÈS AMBITIEUSE : ELLE PART POUR VISITER LE PLUS PETIT ASTÉROÏDE JAMAIS RENCONTRÉ PAR UNE SONDE SPATIALE, DONC DE GRAVITÉ EXTRÊMEMENT FAIBLE, ET DOIT EN RAPPORTER UN ÉCHANTILLON.

Mise en orbite en septembre 2005, la sonde réalise un premier atterrissage, puis un second, pour prélever de la poussière en surface. Malheureusement, une fuite dans le système de propulsion bloque la sonde en mode « sécurité ». Après avoir difficilement rétabli la communication avec la sonde, les ingénieurs japonais ont réussi à la lancer sur une trajectoire de retour vers la Terre en novembre 2005. La capsule contenant les échantillons pénètre finalement dans l'atmosphère terrestre le 13 juin 2010.



VUE D'ARTISTE DE LA SONDE HAYABUSA À L'APPROCHE DE L'ASTÉROÏDE (25143) ITOKAWA

Hayabusa a cartographié entièrement la surface d'Itokawa, révélant entre autres des zones couvertes de poussière (régolite), alors que les connaissances actuelles laissaient penser que des astéroïdes aussi petits ne pouvaient en contenir.

Crédits A. Ikeshita/MEF/ISAS/JAXA

Deux ans plus tard, le 28 août 1993, Galileo effectue le second survol d'un astéroïde ; il s'agit cette fois de (243) Ida. La surprise est au rendez-vous avec la découverte du premier satellite d'astéroïde, Dactyl, d'un diamètre d'environ 1,4 km qui tourne autour de Ida (32 km de diamètre).



L'ASTÉROÏDE (243) IDA ET SA LUNE DACTYL PHOTOGRAPHIÉS LE 28 AOÛT 1993 PAR LA SONDE GALILEO

La découverte majeure du satellite Dactyl vient clore un débat de longue date sur l'existence ou non de lunes autour d'astéroïdes, toutes les recherches effectuées depuis la Terre ayant auparavant échoué.

Crédits NASA/JPL

La proximité des lunes avec leur astéroïde, et leur petite taille, avait en réalité empêché leur découverte. Depuis cette date historique, plus de 300 satellites ont été découverts autour des petits corps de notre système solaire, des géocroiseurs aux objets transneptuniens.

UN DEUXIÈME *FAUCON* (TRADUCTION FRANÇAISE DU NOM DE LA SONDE HAYABUSA) A ÉTÉ LANCÉ PAR L'AGENCE SPATIALE JAPONAISE (JAXA) EN DÉCEMBRE 2014 POUR ÊTRE MIS EN ORBITE AUTOUR DE L'ASTÉROÏDE GÉOCROISEUR (162173) RYUGU.

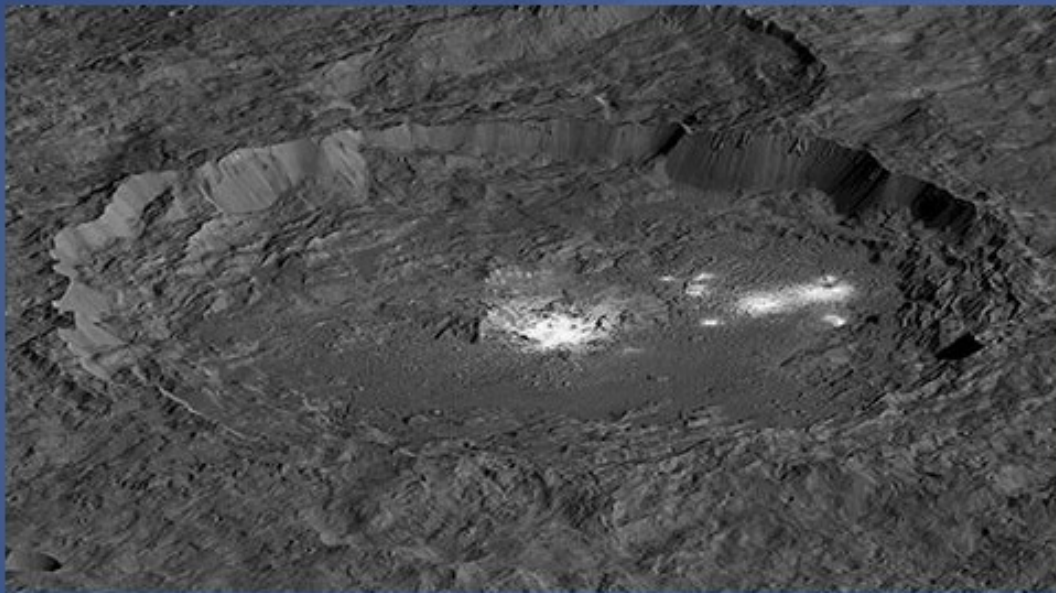
(162173) Ryugu mesure environ 950 mètres de diamètre. Les observations par des instruments au sol permettent d'estimer une forme presque sphérique. Vu du sol, l'objet est faiblement lumineux, même pour des télescopes de grand diamètre. Les données spectrales de l'objet le classent dans la catégorie des objets primitifs.



VUE D'ARTISTE DE LA SONDE HAYABUSA 2

Forte du succès de la première mission Hayabusa, la sonde Hayabusa 2 étudie minutieusement l'astéroïde géocroiseur (162173) Ryugu depuis juin 2018. L'atterrisseur MASCOT s'est posé avec succès sur l'astéroïde le 3 octobre 2018.

Crédits A. Ikeshita/JAXA



VUE EN PERSPECTIVE DU CRATÈRE OCCATOR SUR CERES

Les taches blanches correspondent à des dépôts de sel dus à l'activité cométaire.

Crédits NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/
IDA

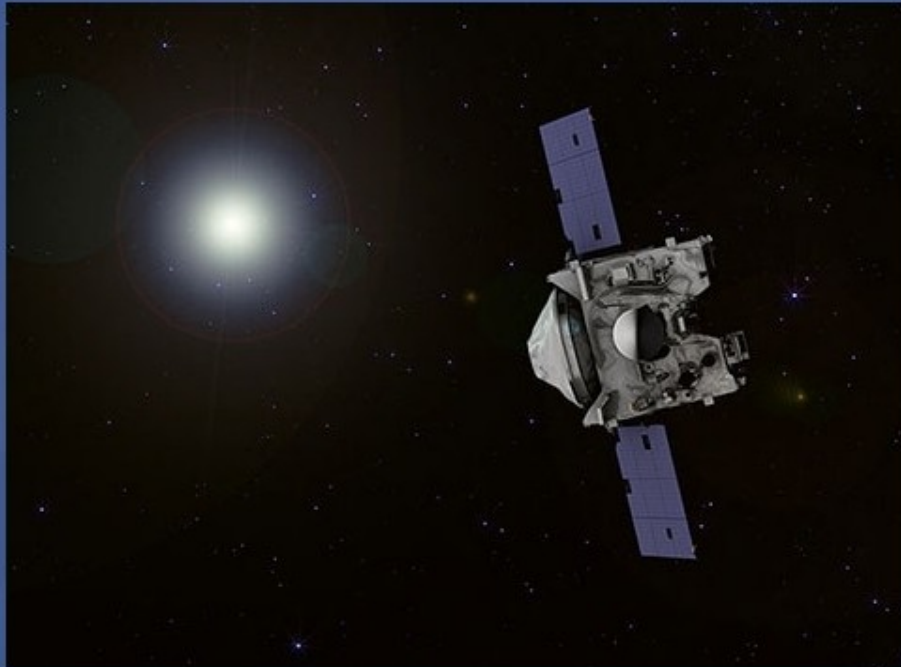
Ceres est le corps le plus massif de la ceinture principale d'astéroïdes, avec un rayon moyen d'environ 475 km. Sa forme est proche d'un ellipsoïde de révolution légèrement aplati au niveau des pôles avec une différence de 32,6 km entre son rayon équatorial et son rayon polaire. Cette forme est proche d'une figure d'équilibre hydrostatique, confirmant ainsi que Ceres entre dans la catégorie des planètes naines.

Dawn a permis de sonder l'intérieur de Ceres grâce à la détermination de son champ de gravité. Ainsi, environ 25% de la masse de Ceres est composée d'eau et son intérieur est partiellement différencié, contrairement à l'intérieur de la Terre. Cette différenciation partielle actuelle est due à la présence importante de cette eau qui s'est diffusée entre les différentes couches et à son histoire thermique complexe.

LA MISSION OSIRIS-REX

LE 8 SEPTEMBRE 2016, LA NASA A LANCÉ LA MISSION SPATIALE OSIRIS-REX PAR L'INTERMÉDIAIRE D'UNE FUSÉE ATLAS V. IL S'AGIT D'UNE MISSION VERS (101955) BENNU, UN ASTÉROÏDE QUI FAIT PARTIE DES GÉOCROISEURS.

Bennu est un objet primitif d'un diamètre d'environ 500 mètres. Ses éléments orbitaux le placent dans la catégorie des objets avec une orbite chaotique qui s'approche de celle de la Terre.

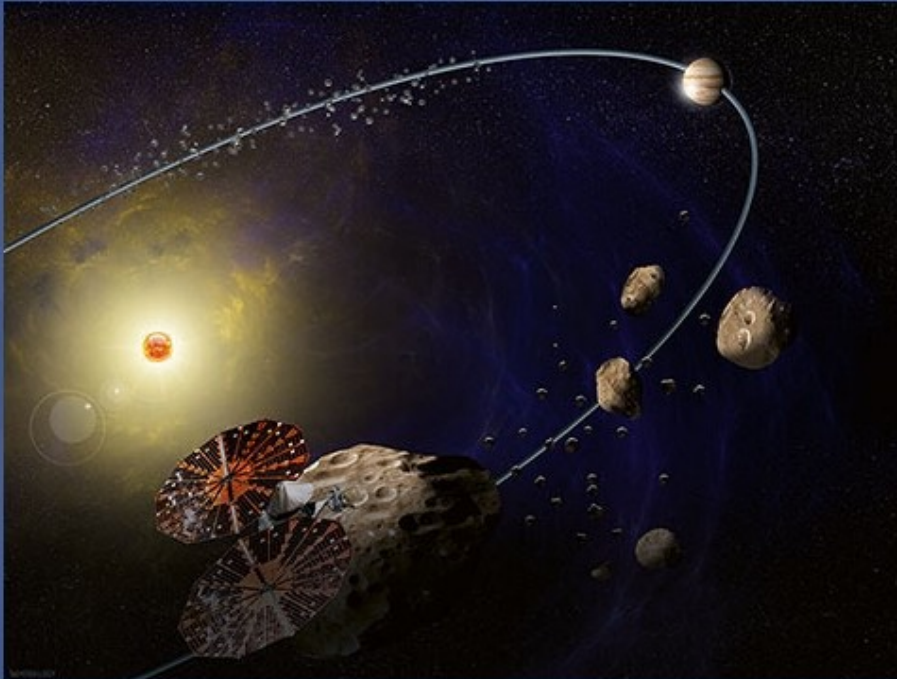


VUE D'ARTISTE DE LA SONDE OSIRIS-REX

Un des objectifs de cette mission est l'étude *in situ* de l'astéroïde Bennu. Cependant, l'objectif majeur est celui du retour sur Terre d'un échantillon d'au moins 60 grammes de cet objet.

Crédits NASA/Goddard Space Flight Center/Conceptual Image Laboratory

La mission Lucy de la NASA, dont le lancement est prévu pour 2021, va explorer cette population tout au long d'un périple de 12 ans durant lequel elle survolera six troyens, terminant par un système double : Patroclus. Ces cibles ont été choisies afin de représenter les trois types spectraux qui composent les troyens et qui correspondent à ce qui semble être les matériaux les plus primitifs du Système solaire, formés près des comètes dans le disque d'accrétion autour du jeune Soleil. Ces corps ont ensuite été capturés sur l'orbite de Jupiter durant les migrations planétaires qui eurent lieu tôt dans le Système solaire, tel que décrit par le modèle de Nice.



VUE D'ARTISTE DE LA SONDE LUCY ET DES TROYENS DE JUPITER

La mission est appelée Lucy en écho au squelette d'australopithèque Lucy découvert par Johanson, Taieb et Coppens en 1974.

Crédits NASA

Premier Troyens sera survolé en août 2027

Le nom de Lucy rappelle également que ces corps sont parmi les plus primitifs et sont, au second degré, des « diamants » dans le ciel, au vu des informations au combien précieuses qu'ils contiennent sur notre histoire et celle du Système solaire.

LA MISSION *WIDE-FIELD INFRARED SURVEY EXPLORER* (WISE) DE LA NASA EST UN TÉLESCOPE SPATIAL DE 40 CM, LANCÉ EN 2009 DANS LE BUT D'EFFECTUER UN RELEVÉ COMPLET DU CIEL À QUATRE LONGUEURS D'ONDE DANS L'INFRAROUGE, ENTRE 3 ET 22 MICRONS.

Or, à ces longueurs d'onde, les astéroïdes sont parmi les sources les plus brillantes du ciel, de par leur taille apparente et leur température (environ -70°C).

Une chaîne de traitement des données WISE, dédiée aux petits corps du Système solaire et appelée NEOWISE, a donc été mise sur pied. Les résultats ont été spectaculaires : WISE a observé plus de 158 000 astéroïdes, dont 34 000 découvertes ! Pour chacun, le flux infrarouge a pu être utilisé pour déterminer la taille de ces objets, fournissant le plus grand catalogue disponible ; le précédent provenait du satellite IRAS et ne contenait que 2 200 astéroïdes !



VUE D'ARTISTE DU TÉLESCOPE SPATIAL WISE

La mission a fonctionné sans heurt pendant 10 mois jusqu'en 2011, après lesquels les réserves de liquide refroidissant se sont épuisées, empêchant son utilisation aux plus grandes longueurs d'onde.

Crédits NASA/JPL-Caltech

PARMI TOUTES LES CHUTES DE MÉTÉORITES OBSERVÉES, ENVIRON 5% CORRESPONDENT À DES MÉTÉORITES FERREUSES. CELLES-CI SONT INTERPRÉTÉES COMME PROVENANT DES CŒURS DE PLANÉTÉSIMAUX QUI SE SONT DIFFÉRENCIÉS AU DÉBUT DE L'HISTOIRE DU SYSTÈME SOLAIRE, PUIS ONT ÉTÉ DÉTRUITS PAR COLLISION.

Sonde lancée en 2023 et début de mission en 2029

Ces corps, dont le seul exemple intact serait l'astéroïde (4) Vesta, ont donc expérimenté des processus thermiques, chimiques et physiques similaires à ceux vécus par les planètes telluriques et en particulier la Terre. Parmi les astéroïdes, certains ont des propriétés spectrales qui semblent indiquer qu'ils sont majoritairement composés de métaux, ce qui est corroboré par leur densité élevée.

La mission Psyche de la NASA sera lancée en 2022 pour se mettre en orbite autour de l'astéroïde (16) Psyche, le plus gros de ces astéroïdes « métalliques », en 2026 pour 21 mois.

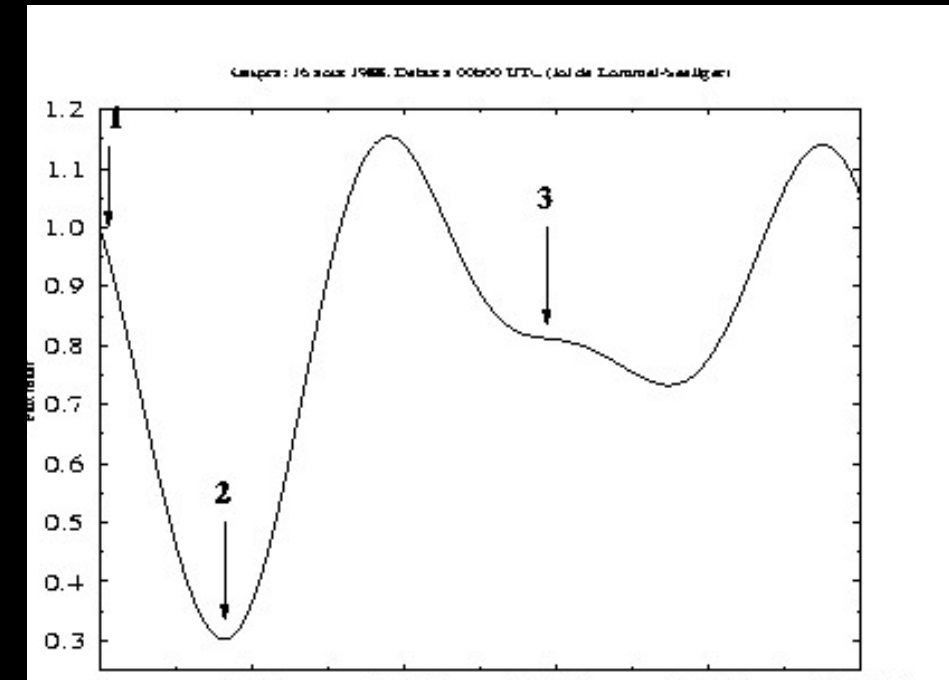
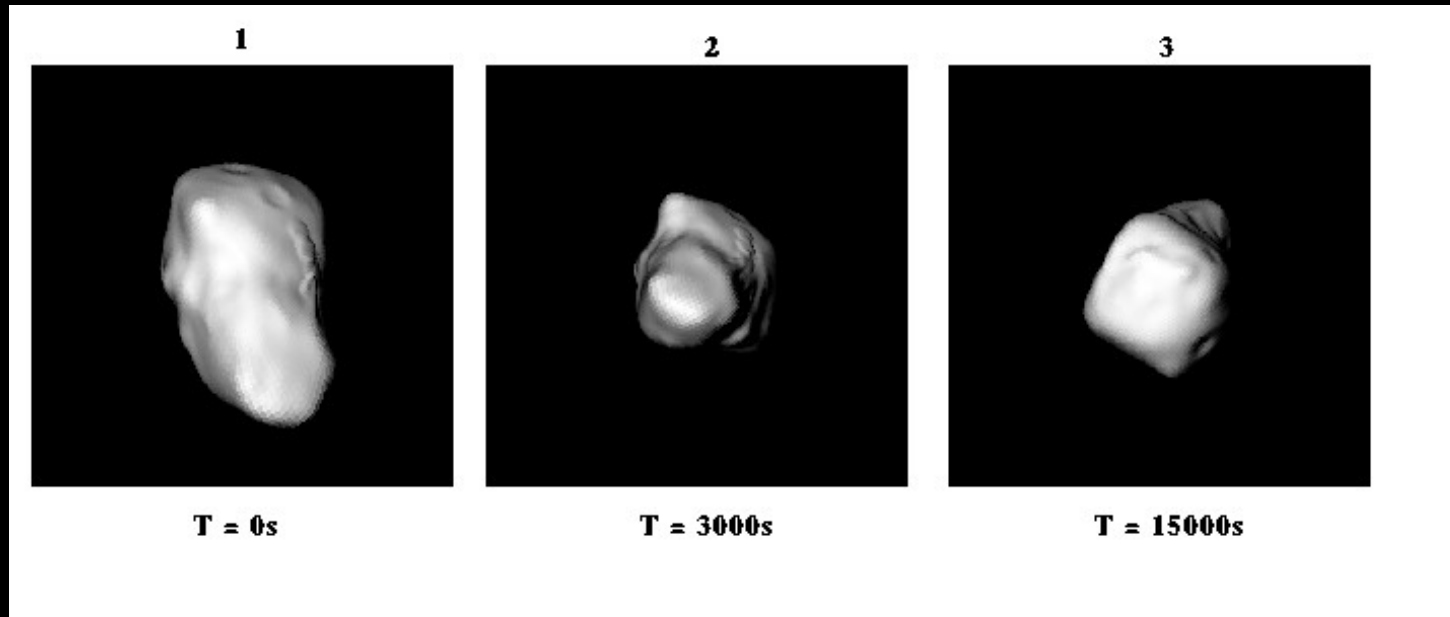


VUE D'ARTISTE DE LA SONDE PSYCHE EN ORBITE AUTOUR DE L'ASTÉROÏDE (16) PSYCHE

D'un diamètre supérieur à 200 km, (16) Psyche est l'un des dix astéroïdes les plus massifs de la ceinture principale, mais aussi le plus massif des astéroïdes métalliques connus.

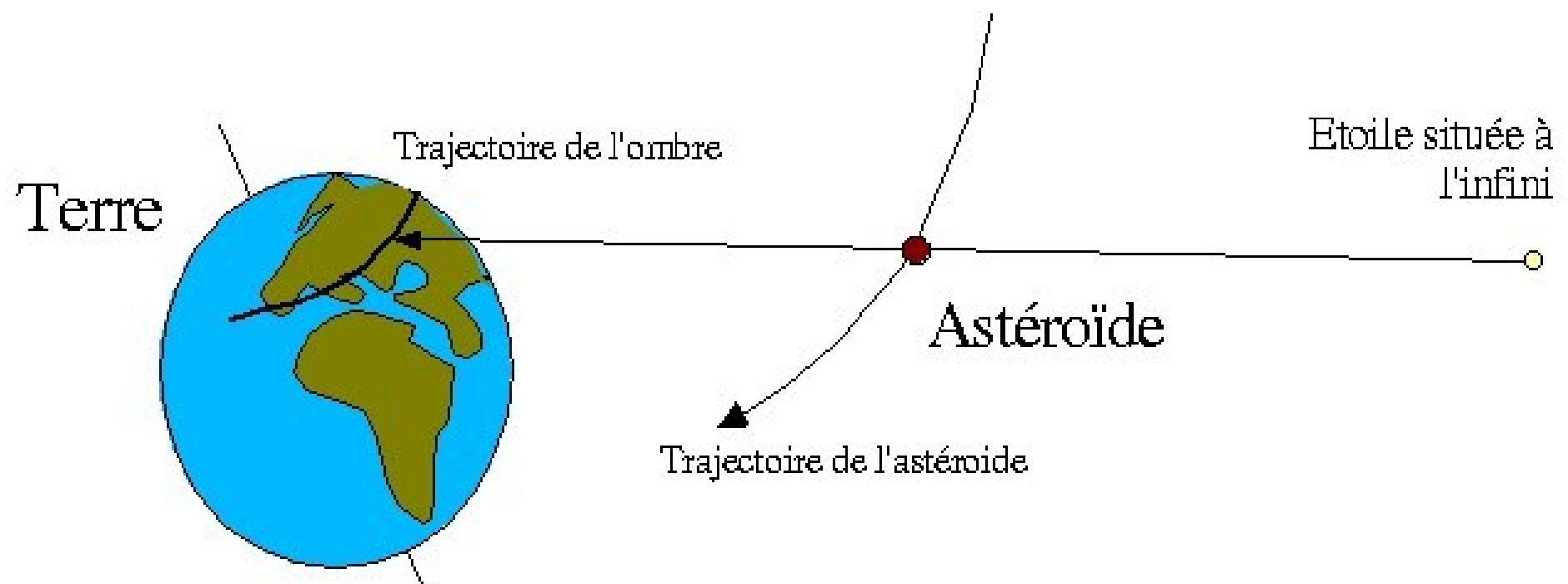
Crédits NASA/JPL

Courbe de lumière de Gaspra



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Asteroid_2004_FH.gif?
uselang=fr](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Asteroid_2004_FH.gif?uselang=fr)





420 Bertholda occults TYC 5757-00353-1 on 2003 Aug 26 at 21h 46.1m UT [± 5.4 mins]

Star (2000):

Mv = 8.6
RA = 20 54 47.410
Dec = - 8 10 52.50

Max Duration = 11.9 secs

Mag Drop = 5.0

Sun : Dist = 159 deg

Moon: Dist = 163 deg

illum = 1%

Asteroid:

Mag = 13.6

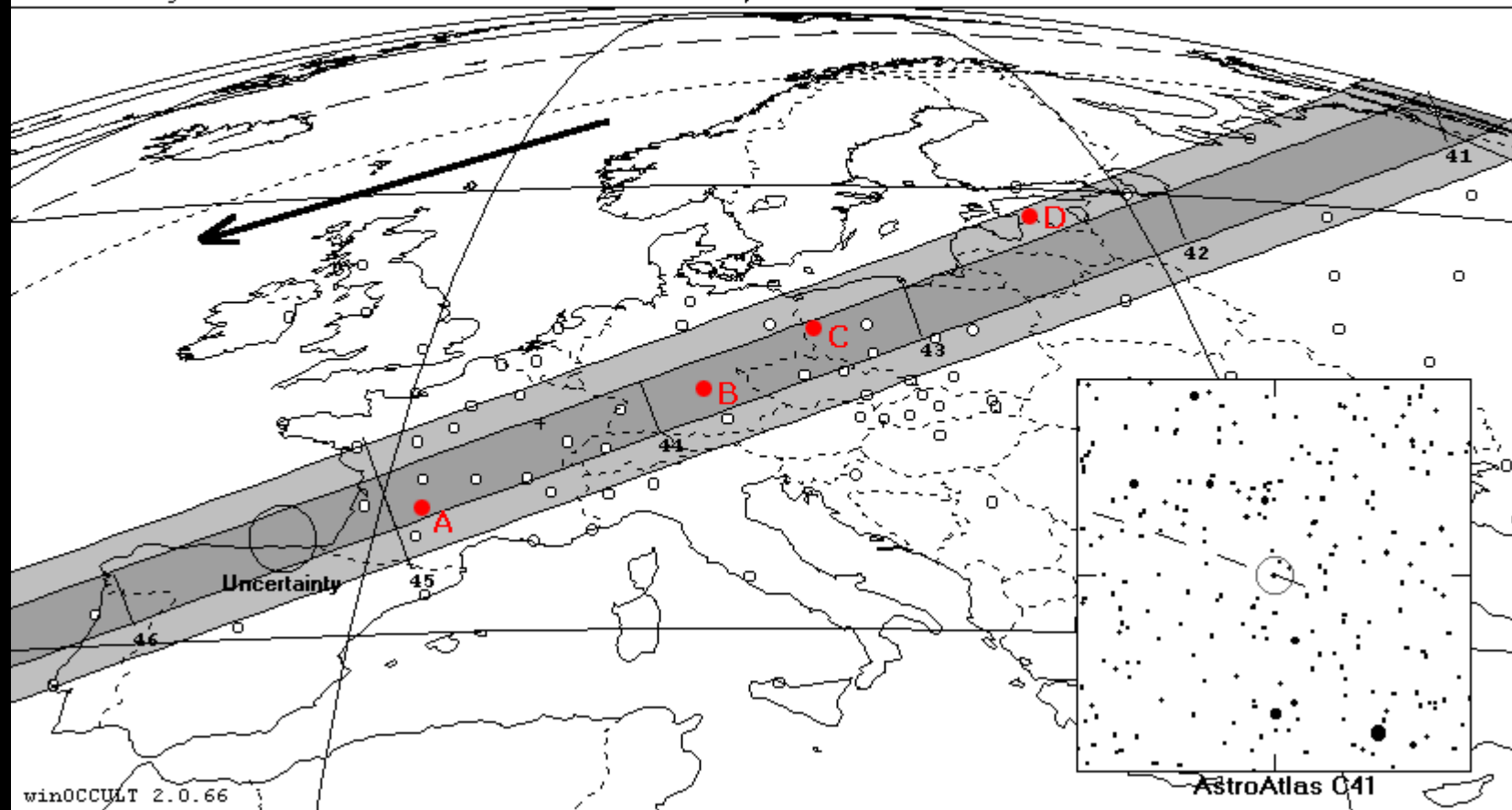
Dia = 146km, 0.078"

Parallax = 3.410"

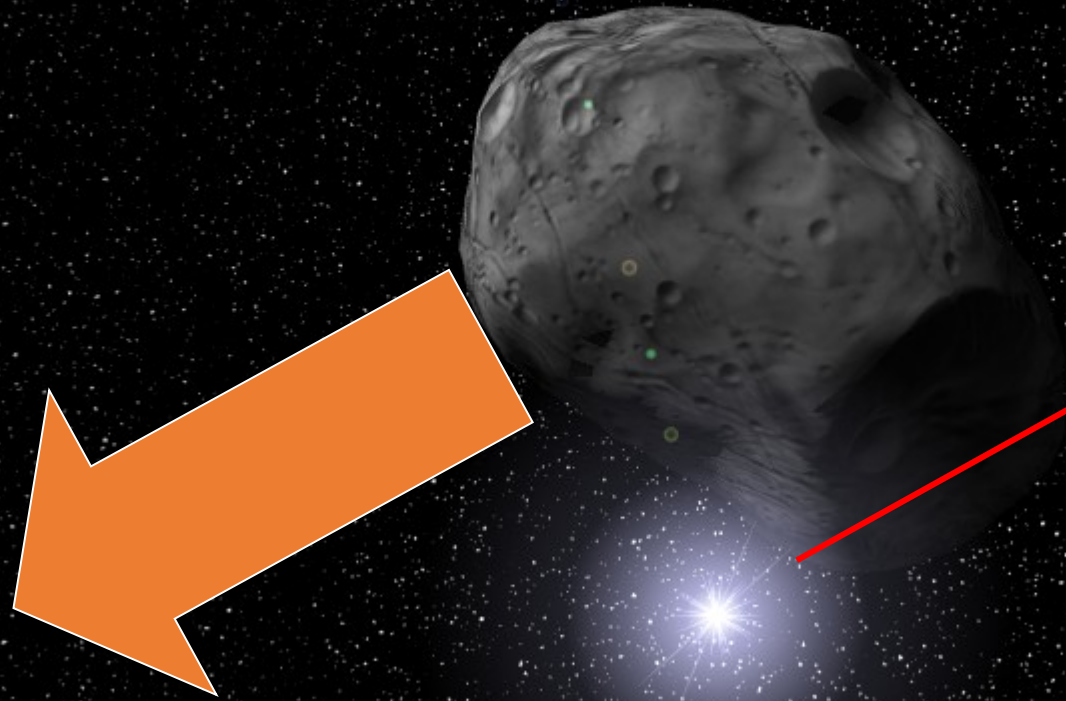
Hourly dRA = -1.495s

dDec = -8.17"

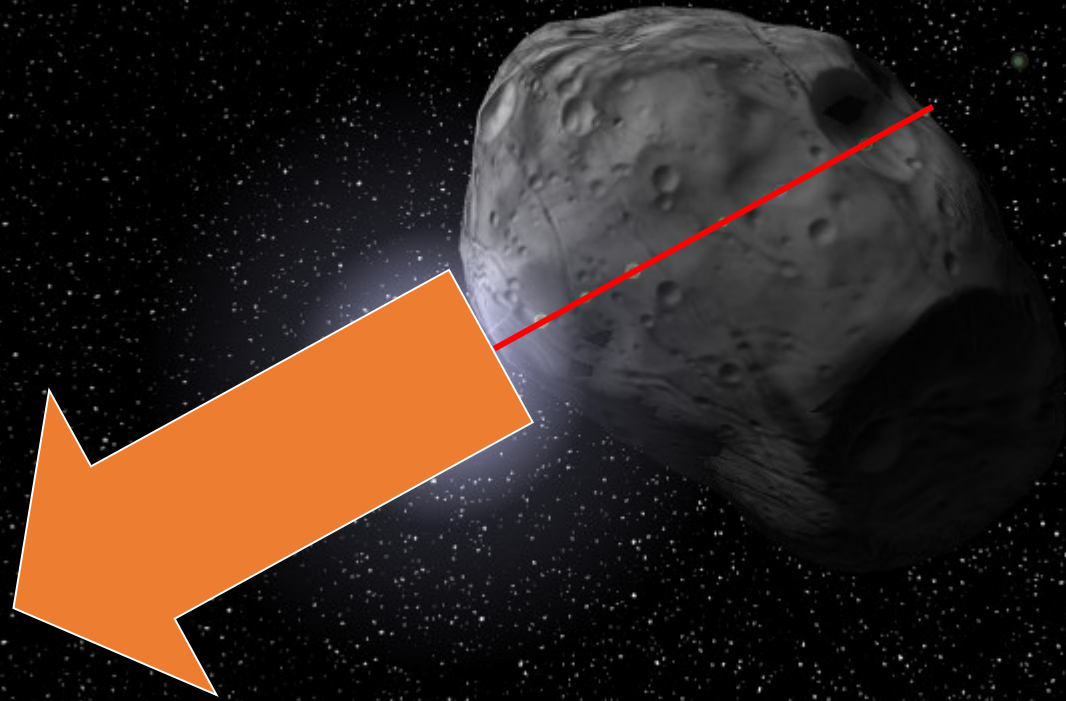
Plot for Long 5.0 Lat 48.0 Uncertainties: RA = .047", Dec = .047"



Observateur A



Observateur B

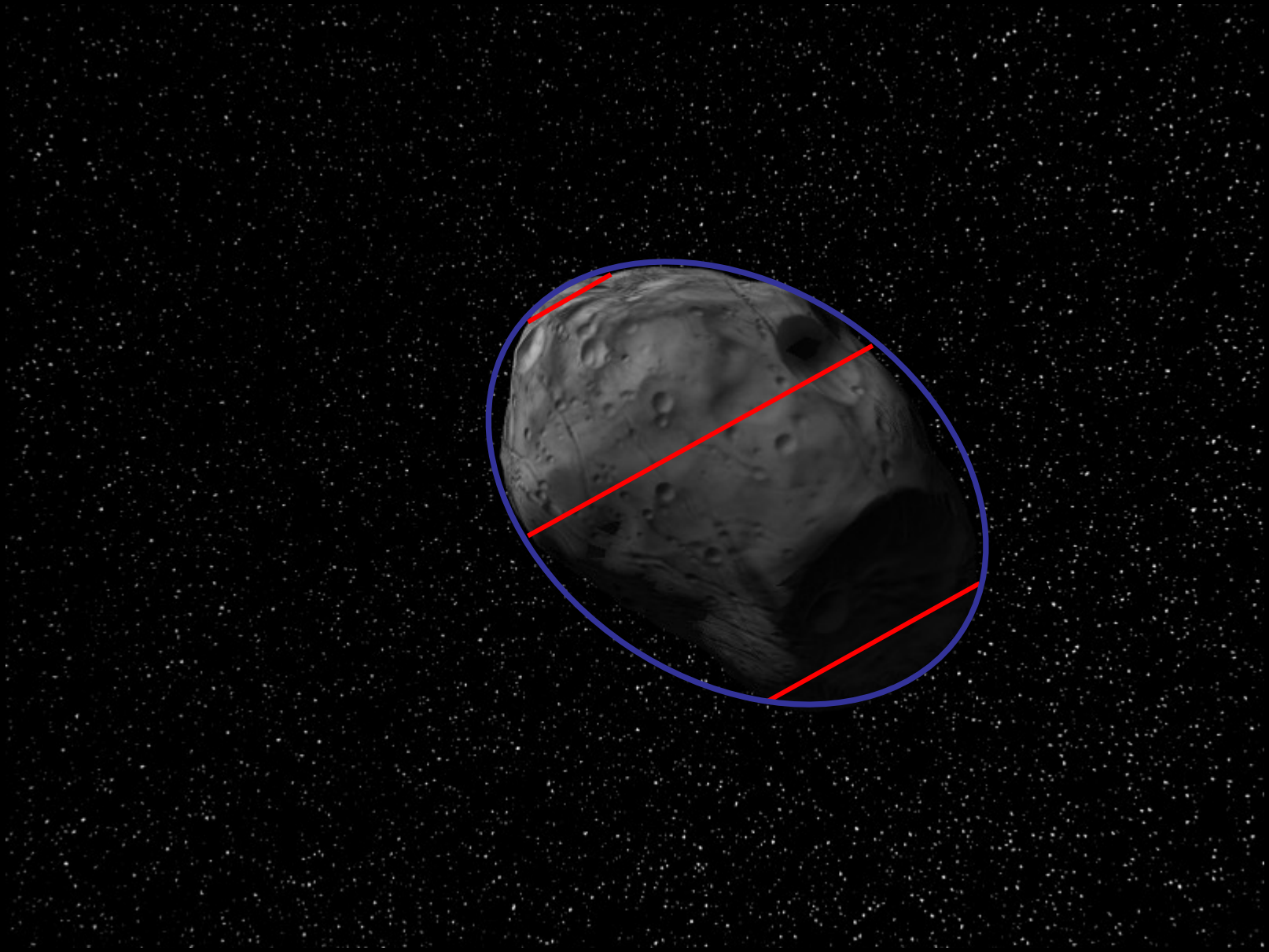


Observateur C



Observateur D





vitesse relative de l'astéroïde (km/s)
(30"/h = 10 km/s à 250 millions de km)



durée de disparition de l'étoile (s)



dimension sur l'astéroïde (km)



(420) Bertholda 2003 Aug 26 126.9 ± 1.1 x 169.1 ± 0.5 km PA -17.3 ± 0.8
Geocentric X -516.3 ± 0.3 Y 5177.0 ± 0.4 km N

- 158 participants
- 71 stations positives

