

LES TRANSNEPTUNIENS 1

Les transneptuniens sont composés d'une partie du reliquat du disque protoplanétaire, après la naissance des planètes. Ils sont situés au-delà de l'orbite de Neptune qui se trouve entre 29,76ua et 30,44ua (demi-grand axe = 30,1ua). Leur emplacement résulte principalement de l'éjection des petits corps, lorsque les planètes géantes se sont déplacées dans le Système solaire interne après leur formation, pour prendre leur position actuelle.

La ceinture Edgeworth-Kuiper

Elle est située au-delà de l'orbite de Neptune entre 35 et 50ua. Sa formation a été influencée par les planètes géantes, en particulier par Jupiter et Neptune.

C'est un disque de débris, constitué principalement d'objets formés d'éléments légers et glacés, tel que l'ammoniac, le méthane, la glace d'eau et de roches siliceuses, le tout mélangé en proportions variables. Les observations menées dans le visible et le proche infrarouge montrent une importante diversité de couleurs, du gris bleu au rouge sombre, ce qui entraîne des surfaces de compositions très différentes. Certains spectres ressemblent à la surface de Pluton, d'autres à une surface cométaire fortement irradiée.

Ce disque est plus important que la ceinture principale d'astéroïdes située entre Mars et Jupiter. Il a une concentration centrale allant jusqu'à 10° de part et d'autre de l'écliptique, puis sur les extérieurs, il est plus clairsemé sur plusieurs dizaines de degrés. Il est aussi beaucoup plus massif car on pense qu'il contiendrait au moins 70000 corps dont le diamètre serait plus grand que 100km de diamètre. Les centaures qui gravitent entre Jupiter et Neptune proviennent certainement de ce disque, ainsi que Triton satellite de Neptune, capturé par cette planète.

Historique : En 1991, Alan Stern (Astronome américain), estime que la ceinture de Kuiper est peuplée de plusieurs millions d'objets dont la taille va de 10km à 2000km de diamètre, ce qui en ferait le réservoir des comètes dont la période de révolution est inférieure à 200 ans.

Pluton découvert en 1930 par Clyde Tombaugh (astronome américain), fut classé à l'époque comme la neuvième planète du système solaire, cette découverte permettait d'expliquer les perturbations orbitales de Neptune. A la suite de cette découverte de nombreux astronomes émirent l'hypothèse que d'autres corps semblables gravitaient au-delà de l'orbite de Neptune.

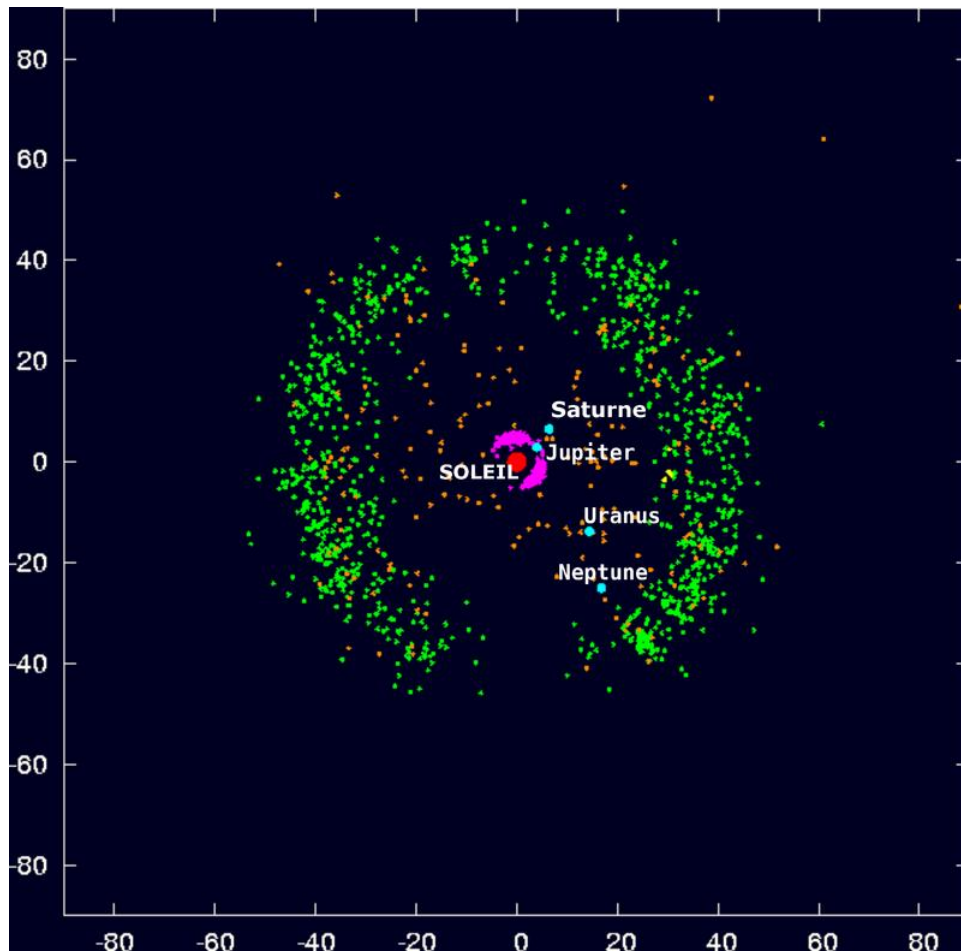
En 1943, Kenneth Edgeworth (astronome irlandais), pensa que les petits corps situés au-delà de l'orbite de Neptune étaient trop dispersés pour s'accrétés en planètes et formaient plutôt une multitude d'objets disparates.

En 1951, Gérard Kuiper (astronome néerlandais puis américain), suggère l'existence d'une ceinture d'astéroïdes au-delà de l'orbite de Neptune, en étudiant les orbites de plusieurs comètes à courte période.

En 1977, Charles Kowal (astronome américain), découvre (2060) Chiron, astéroïde glacé en orbite entre Saturne et Uranus. Plus tard on s'aperçut qu'il émet une queue cométaire, d'où il sera classé aussi comme comète : 65/P Chiron. C'est un objet qui est classé parmi les Centaures, qui sont des planétoïdes de petites dimensions gravitant parmi les orbites des planètes gazeuses. Ils peuvent être des astéroïdes ou/et des comètes comme Chiron. On pense généralement que ce sont des corps qui proviennent de la ceinture de Kuiper ayant subi des perturbations.

En 1988, un astronome canadien, effectua des simulations informatiques qui montrèrent que les comètes à courte période ne pouvaient provenir que d'un réservoir d'objets situés

entre 30 et 55ua, car leurs orbites étaient proches de l'écliptique. Il lui donna le nom de ceinture de Kuiper.



Objets connus de la ceinture de Kuiper. (GNU Free Documentation License.)

Image issue des données du Minor Planet Center. Auteur : Willy D.

Le Soleil est en rouge. Les planètes géantes en vert bleu.

Les troyens de Jupiter en rose. Les objets de la ceinture de Kuiper classique en vert.

Les objets épars de la ceinture de Kuiper en orange.

Les échelles sont en unité astronomiques.

Les positions des planètes géantes sont exactes pour le 1^{er} janvier 2000.

Les positions des autres objets sont données entre 1993 et 2007.

Le 30 août 1992, David Jewitt du MIT et Jane Luu son étudiante, après cinq années de recherche, à l'aide des télescopes de Kitt Peak en Arizona, du Cerro Tololo au Chili et du Mauna Kee à Hawaï, annoncèrent la découverte d'un objet candidat à la ceinture de Kuiper, (15760) 1992QB1, et six mois plus tard un second objet 1993FW.

Depuis les découvertes ce sont succédées, dont les principales sont :

20000 Varuna (2000WR106), dimension : 840 à 1240km.

28918 Ixion (2001KX76), dimension : 759km.

50000 Quaoar (2002LM60), dimension : 1280km.

90377 Sedna (2003VB12), dimension : 995km.

136108 Hauméa (2003EL61), dimensions : 1960 x 1518 x 996km.

90482 Orcus (2004DW), dimension : 946km.

136199 Eris (2005), dimension : 2326km.

136472 Makémaké (2005FY9), dimension : 1430km.

En août 2006, l'UAI lors de son 26^e congrès, après une semaine de débats sur la définition d'une planète, à cause des découvertes dans la ceinture de Kuiper, décide de faire trois classes d'objets dans le système solaire :

Les planètes : qui sont au nombre de huit : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.

Les planètes naines : au nombre de cinq actuellement : **1 Cérès**, 974,6km de diamètre équatorial, seule planète naine qui appartient à la ceinture principale d'astéroïdes. **134340 Pluton**, 2370km de diamètre équatorial. **136108 Hauméa**, **136472 Makémaké**, **136199 Eris**.

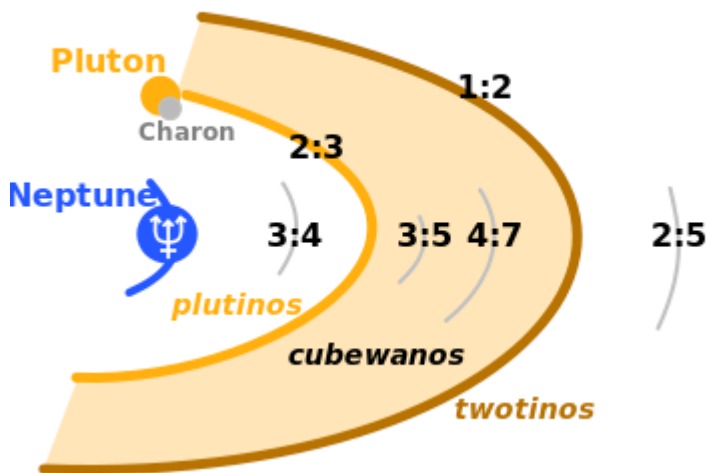
D'autres sont susceptibles d'être homologuées : 207OR10, Charon, Quaoar, Sedna, Orcus, Varuna, 2002MS4, Salacie...

Les petits corps du système solaire : Comprenant les comètes, les astéroïdes, et les satellites.

Composition de la ceinture de Kuiper : La présence de Neptune a fortement perturbé les objets qui la composaient à l'origine, ainsi que les rencontres perturbantes en cas de passage rapproché ou de choc de deux objets. Ce qui a eu pour effet d'une part une dispersion avec des orbites inclinées sur l'écliptique jusqu'à 35°, parfois plus, d'autre part des lacunes où les objets ne peuvent rester pendant de longue période, ce qui donne des positions privilégiées en résonance avec Neptune.

Elle s'étend entre 30 et 55ua en tenant compte des régions externes. La partie principale se situe entre

Ceinture de Kuiper et résonances orbitales



39,5ua (résonance 2:3) à 48ua (résonance 1:2). Les objets qui n'étaient pas en résonance avec Neptune ont été envoyés vers le Système solaire interne, ou vers les éléments épars, ou plus loin (nuage d'Oort interne ou externe), ou même dans l'espace interstellaire.

Les objets de la ceinture de Kuiper sont nommés les **TNO** pour Trans-Neptunien objets, ou **KBO** pour Kuiper belt objects. Ils ont été répartis en plusieurs familles selon leur position :

Les **plutinos**, lesquels sont en résonance 2 :3 avec Neptune, (cette planète parcourt 3 fois son orbite, pendant que les plutinos n'en font que deux).

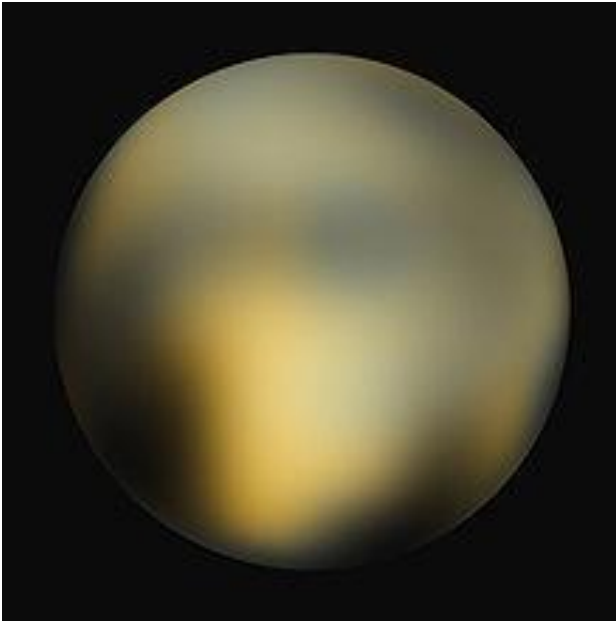
Les **cubewanos** ou **KBO classiques**, qui occupent la ceinture classique située après la résonance 2:3 jusqu'à la résonance 1:2. Leur nom provient de 1992QB1, le premier objet découvert par David Jewitt et Jane Luu.

Les **twotinos**, (cette dénomination semble être peu utilisée), lesquels sont en résonance 1:2 avec Neptune, (cette planète parcourant deux fois son orbite pendant que les twotinos en parcourent une). Ils terminent la ceinture classique.

Les **objets dispersés** ou **épars**, pour ceux qui sont éparpillés en dehors de la ceinture classique au-delà de 48ua.

Auteurs du schéma ci-dessus : Lilyu et Eurocommuter. (GNU Free Documentation License).

La ceinture classique



Les plutinos : (petits plutons). Leur orbite en résonance 2:3 avec Neptune est semblable à celle de Pluton, avec un demi-grand axe situé aux environs de 39,5ua. Leur inclinaison ne dépasse pas 20° sur l'écliptique, avec une excentricité qui peut être importante (de 0,1 à 0,35). Les astrophysiciens estiment à plusieurs milliers les plutinos de plus de 100km, dont 150 étaient recensés en Février 2006. Puisqu'ils sont en résonance avec Neptune, ils peuvent croiser l'orbite de cette planète sans être éjectés par elle, et sans la rencontrer.

*Photo : Pluton vu par Hubble en 2010.
NASA, ESA, Marc W. Buie (SRI).*

Quelques plutinos

Pluton : Le plus gros plutino actuellement connu, il est aussi une planète naine ou un plutoïde. Son diamètre équatorial vaut 2370km, et son demi-grand axe = 39,445ua, son orbite située entre 30 et 49ua a une excentricité de 0,25 et est incliné de 17,09 degrés sur l'écliptique, elle

recoupe celle de Neptune. Pluton est composé principalement de glace de méthane, de glace d'eau et de roches. Cette planète naine possède cinq satellites, Charon, Hydre, Nix, Kérbéros et Styx.

Charon découvert en 1978, à un diamètre de 1207km, soit environ la moitié de celui de Pluton, ce qui permet de dire que l'on est en présence d'une planète double, car leur barycentre est à l'extérieur des deux objets et donc ils tournent autour de ce point commun situé dans l'espace. Les autres satellites de Pluton n'ont que quelques dizaines de kilomètres.

La sonde **New Horizons** lancée par la NASA le 6 janvier 2006, après un voyage de six milliards de kilomètres devrait arriver en juillet 2015 près de Pluton.

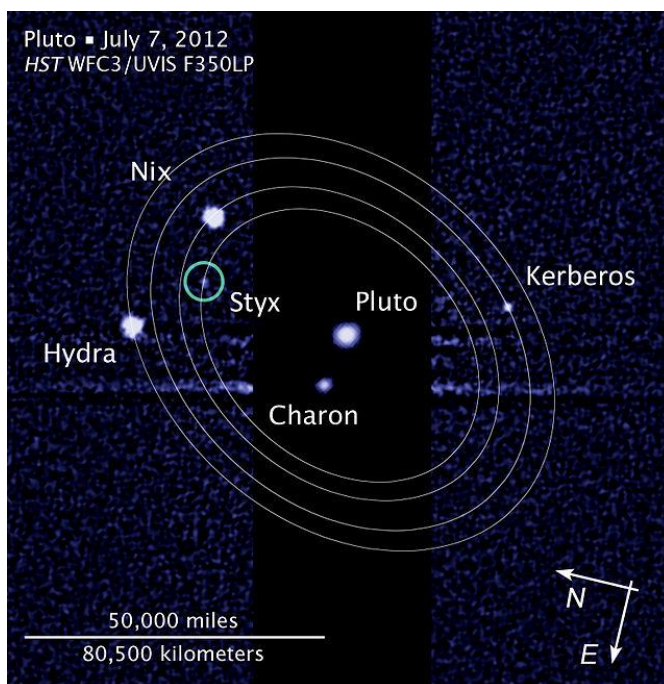


Schéma ci-dessus : Le système plutonien le 9 juillet 2012. NASA, ESA, L. Frattare (STS cl).

(32929) 1995QY9 : Il croise l'orbite de Neptune sans jamais s'approcher de cette planète. Dimension = 111km, demi-grand axe = 39,99ua, excentricité = 0,269, inclinaison = $4,8^\circ$.

(47171) 1999TC36 : Il possède deux satellites. Dimension = 393km, demi-grand axe = 39,39ua, excentricité = 0,224, inclinaison = $8,4^\circ$.

(90482) **Orcus** : Il possède un satellite. Dimension = 946km, demi-grand axe = 39,45ua, excentricité = 0,226, inclinaison = 20,59°.

(28978) **Ixion** : Dimension = 759km, demi-grand axe = 39,51ua, excentricité = 0,241, Inclinaison = 19,62°.

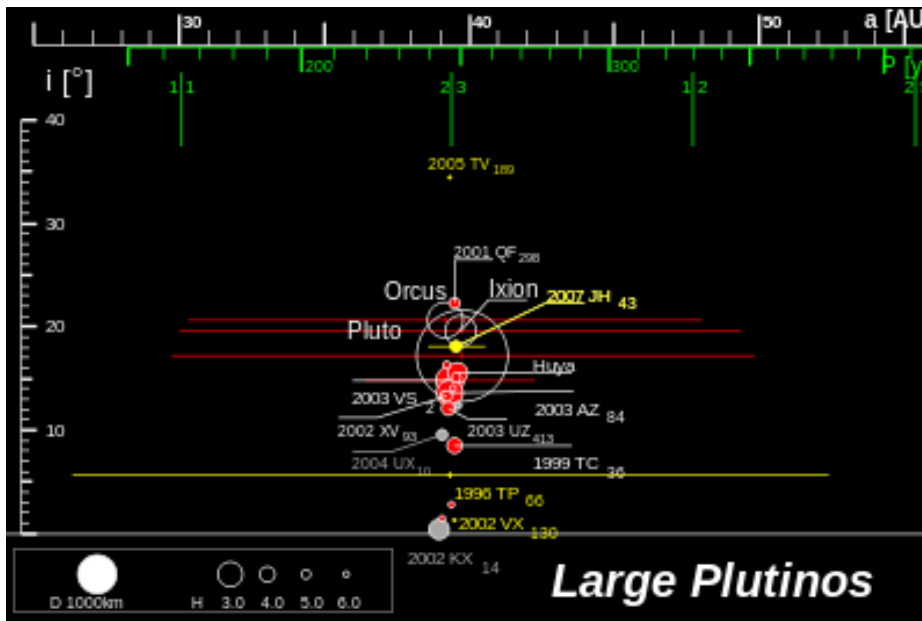


Schéma ci-contre : Les grands plutinos.
Source : Minor Planet Center. Utilisateur : Eurocommuter.
License : (GNU Free documentation).

Demi-grand axe en unités astronomiques, sur l'échelle horizontale.
Inclinaison de l'orbite en degrés sur l'échelle verticale.

L'excentricité de l'orbite est montrée par un segment qui s'étend de la gauche (périhélie) vers la droite (aphélie). Les principales résonances avec Neptune sont marquées par des barres verticales : 1 :1 marque l'orbite de Neptune, 2 :3 marque l'orbite de Pluton sur l'échelle des périodes orbitales en vert.

2005EK298 : Il a l'orbite la plus inclinée connue actuellement.

2003QV91 : Son orbite est la plus excentrique (0,35), son périhélie est à mi-chemin entre Uranus et Neptune et son aphélie dans la région des objets épars.

(119951) **2002KX14** : Il est sur une orbite presque circulaire (excentricité = 0,04) et presque coplanaire avec l'écliptique (inclinaison inférieure à 0,5°).

*Nota 1 : Les **plutoïdes** sont des objets célestes en orbite autour du Soleil, avec un demi-grand axe supérieur à celle de Neptune, qui possèdent une masse suffisante pour que leur gravité l'emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintiennent en équilibre hydrostatique (sous une forme presque sphérique) et qui n'ont pas nettoyé leur voisinage. En résumé il s'agit donc d'une planète naine transneptunienne. Cette définition a été adoptée par l'UAI à Oslo le 11 juin 2008. En conséquence au 1^{er} décembre 2014, l'UAI considère officiellement qu'il y a quatre plutoïdes : **Pluton, Hauméa, Makémaké, Eris.***

Cérès qui appartient à la ceinture principale d'astéroïdes est actuellement l'unique planète naine qui n'est pas un plutoïde.

*Nota 2 : Les **plutinos** (ou **plutoniens**), sont des objets transneptuniens situés dans la ceinture de Kuiper, et qui sont en résonance 2:3 avec Neptune, (Ils font deux orbites quand Neptune en fait trois).*

Les cubewanos ou KBO classiques

Ils sont situés après la résonance 2:3 jusqu'à la résonance 1:2 avec Neptune. Ils peuvent être sur une résonance telles que : 4:3, 5:3, 2:1, 5:2... Ou en dehors d'une résonance, car l'influence de Neptune est négligeable pour des orbites de 42 à 48ua de demi-grand axe. Leurs orbites n'interceptent pas celle de Neptune. Elles sont presque circulaires et peu inclinées pour la majorité des cubewanos qui sont dit : **“population froide”**. D'autres cubewanos moins nombreux, ont leurs orbites très inclinées et excentriques sont dit : **“population chaude”**.

Comme pour les autres objets de la ceinture de Kuiper, on pense généralement que leur formation a eu lieu plus près du Soleil par accréation de la matière du disque protoplanétaire, et que leurs positions actuelles sont dues à la migration des planètes géantes, en particulier de Neptune.

Quelques représentants de cette famille :

(136472) Makémaké : classé comme planète naine, dimensions : 1430x1502km.

(15760) 1992QB1 : qui a donné son nom à cette classe d'objets. Il est le premier transneptunien découvert après Pluton et Charon. Dimension environ 120km.

(20000) Varuna : premier gros objet classique découvert.

Dimensions = 840x1240km.

(50000) Quaoar : Dimension = 1170km environ. Son orbite est presque circulaire pour un demi-grand axe de 43,25ua et une inclinaison de 7,98°.

1998WW31 : De 122 à 148km, premier objet binaire connu après le couple Pluton-Charon. Les deux objets de dimensions peu différentes tournent autour d'un barycentre situé dans l'espace, (croix rouge sur la figure).

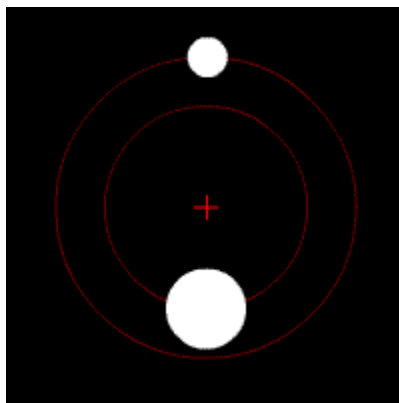
(58534) Logos : Objet binaire de 64km avec son compagnon Zoé qui fait 80km. 8000km entre les deux objets.

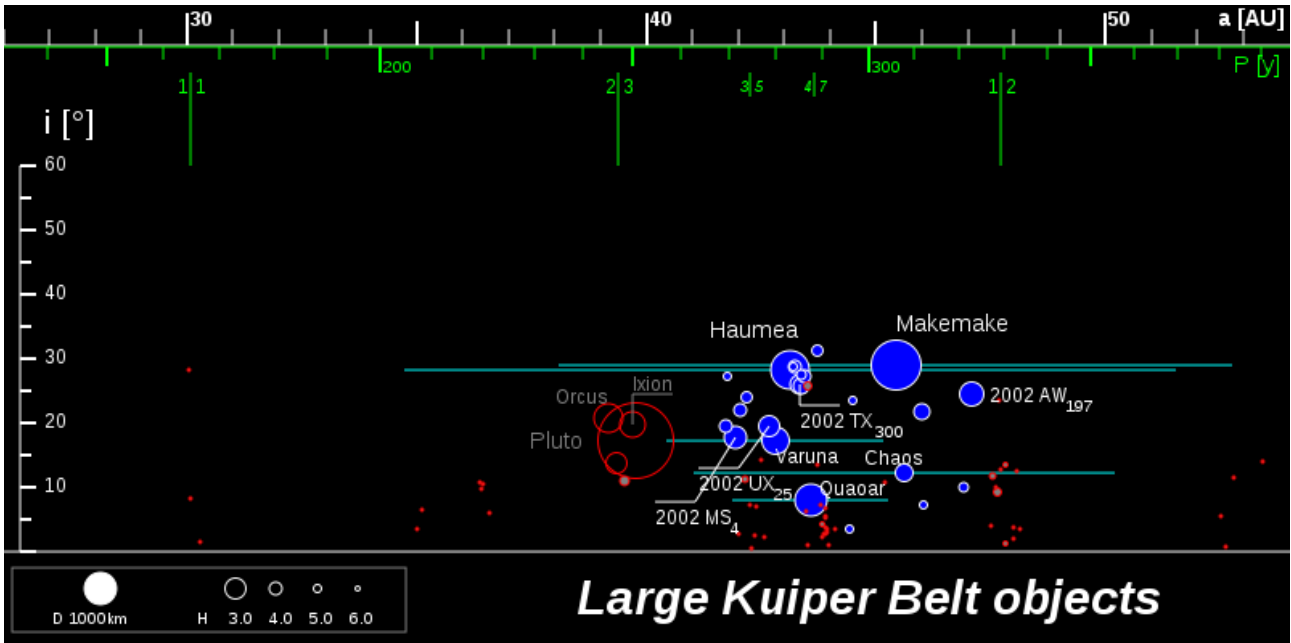
(88611) Teharonhiawako : Objet de 175km, binaire avec Sinisera qui fait 109km.

(66652) Borasisi : Objet de 166km, binaire avec Pabu de 137km.

Figure ci-dessous, auteur : Zhatt. (Domaine public).

Représentation de deux objets tournant autour d'un centre commun extérieur à eux, (croix et cercles rouges).





Utilisateur du diagramme ci-dessus : Eurocommuter. (GNU Free Documentation License).

Il donne les orbites des grands cubewanos, (LKBO) colorés en bleu, au-delà des orbites des grands plutinos, cercles rouges. L'excentricité de l'orbite est représentée par les segments (du périhélie à l'aphélie), et son inclinaison est donnée sur l'axe vertical en degrés. Sur l'axe horizontal en blanc, est donné la position du demi-grand axe de l'objet en unités astronomiques. Les dimensions des cercles sont proportionnelles aux dimensions connues pour les grands objets. Pour les petits objets leurs positions sont données par les points rouges. Les principales résonances avec Neptune sont marquées par des barres verticales. 1:1 = Neptune, 2:3 = Pluton (en vert), sur l'échelle des périodes orbitales.

Auteur : G.F. (Mars 2015)

Voir la suite dans :
Les Transneptuniens 2, « les objets dispersés ou épars »