



PLANETE X

Le retour de l'Antiterre?

Damien Gayet
Université Grenoble Alpes

MATH.en.JEANS
Grenoble - 23 mai 2019

9e planète du système solaire : elle aurait été découverte !



Par Sciences et Avenir avec AFP
Voir tous ses articles

Publié le 20-01-2016 à 22h02
Mis à jour le 21-01-2016 à 09h39



L'objet, baptisé "Neuvième planète", aurait une masse d'environ dix fois celle de la Terre et serait sur une orbite vingt fois plus éloignée que celle de Neptune.



Vue d'artiste fournie le 20 janvier 2016 de la "Neuvième Planète" (en arrière-plan) (c) Afp

Partie I

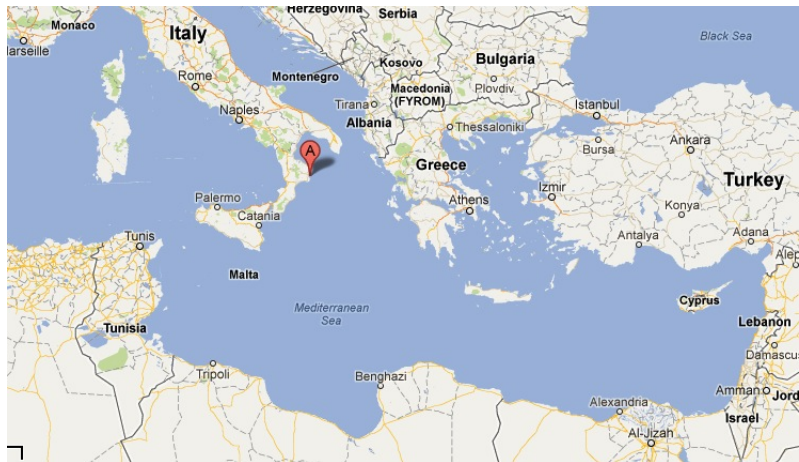
L'Anti-Terre





Philolaos (-485 - 385)

Crotone



Le pythagorisme, un sacerdoce!

Le pythagorisme, un sacerdoce !

- ▶ Chausse d'abord le pied droit, mais déchausse d'abord le gauche

Le pythagorisme, un sacerdoce !

- ▶ Chausse d'abord le pied droit, mais déchausse d'abord le gauche
- ▶ Ne te laisse pas prendre par le fou rire

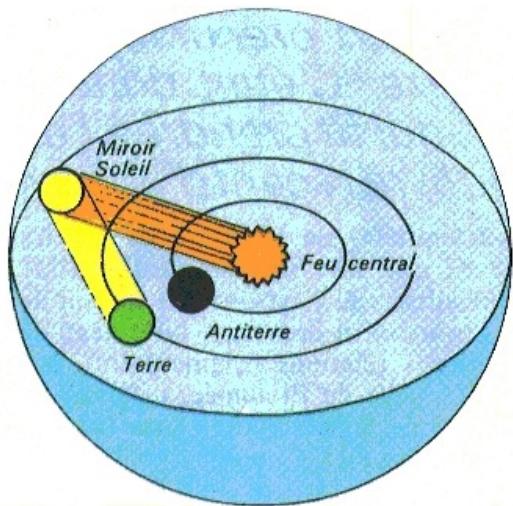
Le pythagorisme, un sacerdoce !

- ▶ Chausse d'abord le pied droit, mais déchausse d'abord le gauche
- ▶ Ne te laisse pas prendre par le fou rire
- ▶ N'urine pas face au Soleil

L'anti-Terre

*Le pythagoricien Philolaos affirme que c'est le feu qui occupe le milieu de l'univers, puisqu'il en est le foyer ; **en deuxième lieu vient l'anti-Terre**, puis en troisième lieu la Terre, habitée, située à l'opposé et tournant à l'inverse de l'anti-Terre. C'est ce qui explique que les habitants de la Terre sont dans l'impossibilité de voir ceux de l'anti-Terre.*

Aétius Opinions



Le nombre dix est parfait; *et en droit et par nature, nous revenons toujours à lui.*

Philolaos

Le nombre dix est parfait; et en droit et par nature, nous revenons toujours à lui.

Philolaos

*En effet, 1 est le point, 2 la ligne, 3 le triangle, 4 la pyramide. [...]
Dans les surfaces et les volumes, les éléments premiers sont le point,
la ligne, le triangle et la pyramide : **tous contiennent en eux le
nombre 10** et lui doivent leur perfection.*

$$10 = 1 + 2 + 3 + 4$$

Harmonie mathématique

$$10 = 1 + 2 + 3 + 4$$

Harmonie mathématique

$$10 = 1 + 2 + 3 + 4$$

- ▶ 1 = le point
- ▶ 2 = la ligne
- ▶ 3 = la surface
- ▶ 4 = le volume

Harmonie mathématique

$$10 = 1 + 2 + 3 + 4$$

- ▶ 1 = le point
- ▶ 2 = la ligne
- ▶ 3 = la surface
- ▶ 4 = le volume
- ▶ 10 = l'espace tout entier

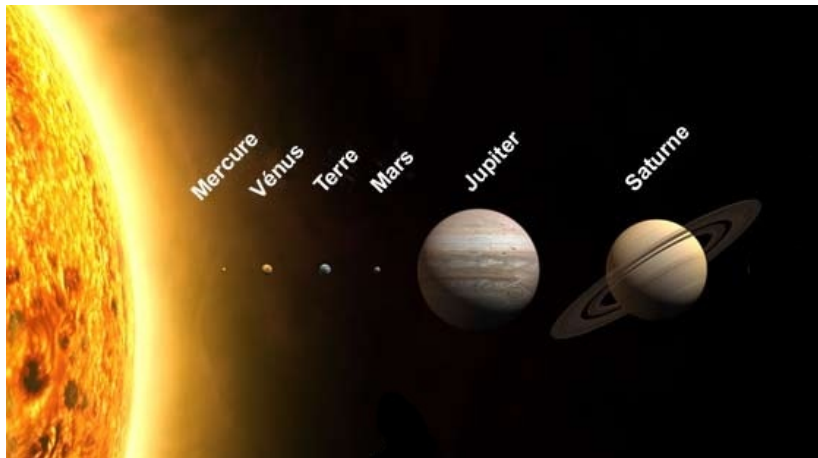
Harmonie mathématique

$$10 = 1 + 2 + 3 + 4$$

Harmonie physique

- ▶ 1 = le point
- ▶ 2 = la ligne
- ▶ 3 = la surface
- ▶ 4 = le volume
- ▶ 10 = l'espace tout entier

Les astres errants



Au fait!

- ▶ Que font les étoiles la nuit?

Au fait!

- ▶ Que font les étoiles la nuit?
- ▶ Reviennent-elles toutes à leur place?

L'astre manquant

1. La Terre
2. La Lune
3. Le Soleil

L'astre manquant

1. La Terre
2. La Lune
3. Le Soleil
4. Mercure
5. Vénus
6. Mars
7. Jupiter
8. Saturne

L'astre manquant

1. La Terre
2. La Lune
3. Le Soleil
4. Mercure
5. Vénus
6. Mars
7. Jupiter
8. Saturne
9. La sphère des étoiles fixes

L'astre manquant

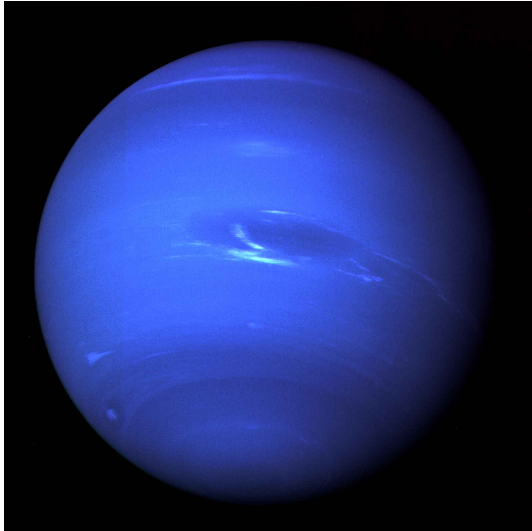
1. La Terre
2. La Lune
3. Le Soleil
4. Mercure
5. Vénus
6. Mars
7. Jupiter
8. Saturne
9. La sphère des étoiles fixes
10. ???

Les premiers extraterrestres ?

Pour certains pythagoriciens, dont Philolaos, il est évident que la Lune [...] est habitée sur toute sa surface par des animaux et des végétaux encore plus grands et plus beaux. [...] les animaux qui l'habitent sont quinze fois plus forts, mais ils ne rejettent aucun excrément.

Aétius, Opinions

Partie II
L'invention de Neptune





Frederick William Herschel ou
Friedrich Wilhelm Herschel
(1738 Hanovre -1822 Slough)

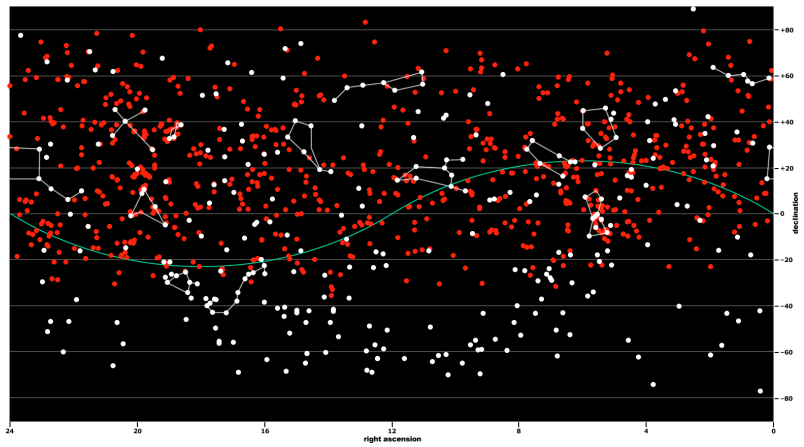
- ▶ 1757 : Après la Bataille de Hastenbeck, se réfugie en Angleterre

- ▶ 1757 : Après la Bataille de Hastenbeck, se réfugie en Angleterre
- ▶ Claveciniste, organiste

- ▶ 1757 : Après la Bataille de Hastenbeck, se réfugie en Angleterre
- ▶ Claveciniste, organiste

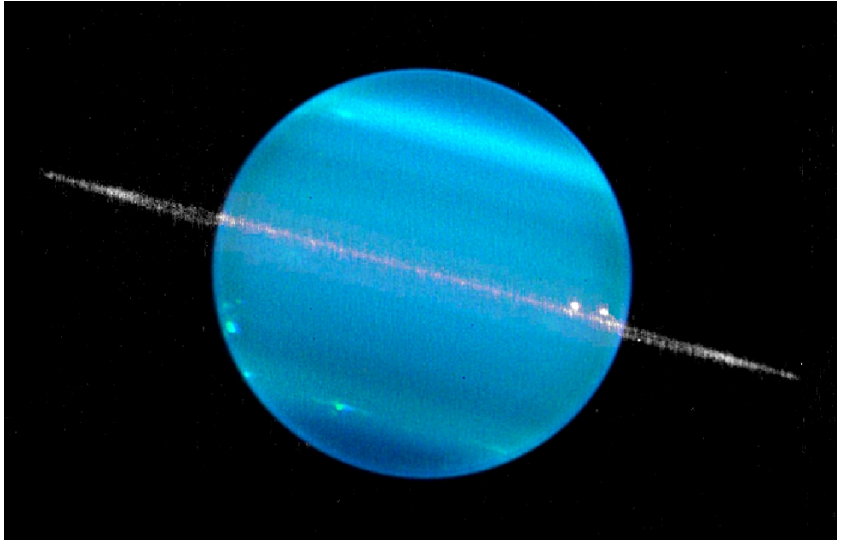
- ▶ 1779 : étudie systématiquement les étoiles doubles

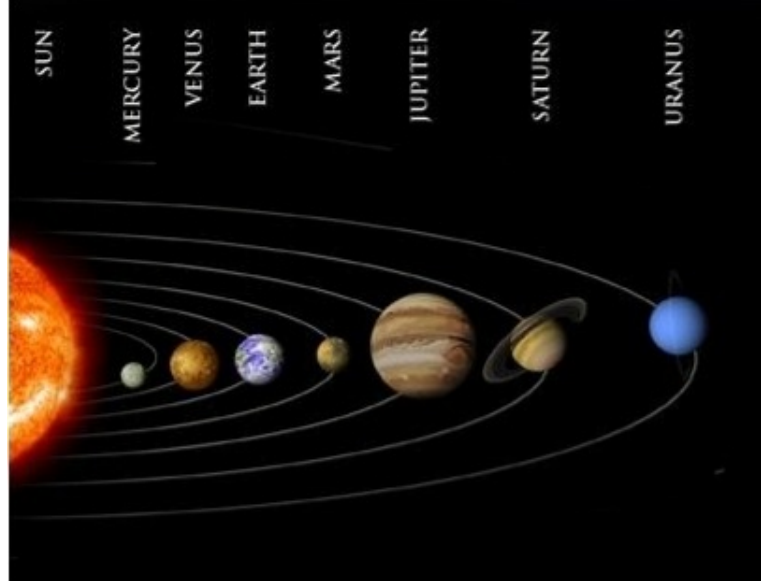
William Herschel's Double Star Discoveries

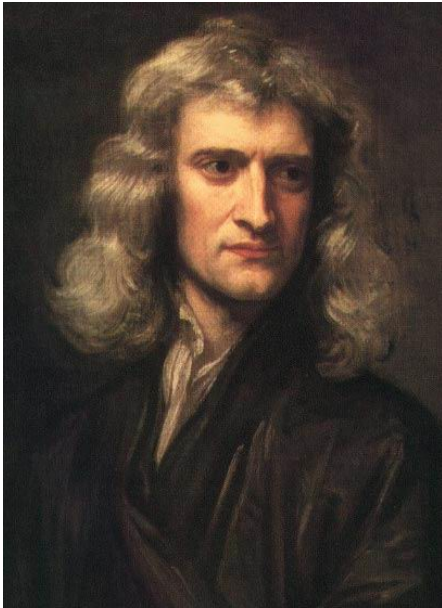




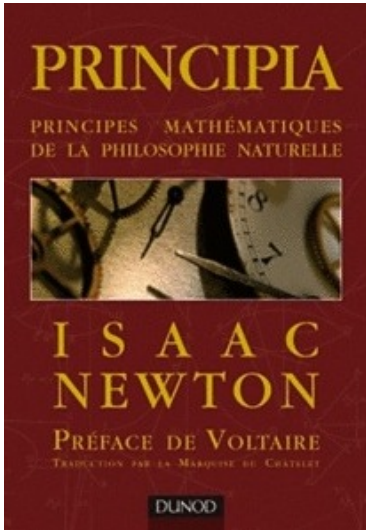
Caroline Herschel (1750-1848)







Isaac Newton (1643-1727)



Les *Principes* traduits par La Marquise du Châtelet

Interlude : tout le monde est fait-e pour les sciences !



Maryam Mirzakhani (médaillée Fields)
Laure Saint-Raymond (académicienne)

On a prouvé ci-dessus que toutes les planètes gravitent mutuellement les unes vers les autres ;

Newton, Principes de la philosophie naturelle, 1686

La gravité attire entre eux tous les corps

On a prouvé ci-dessus que toutes les planètes gravitent mutuellement les unes vers les autres ;

Newton, *Principes de la philosophie naturelle*, 1686

La gravité attire entre eux tous les corps

On a prouvé ci-dessus que toutes les planètes gravitent mutuellement les unes vers les autres ;

que la gravité vers une planète quelconque, considérée à part, est réciproquement comme le carré de la distance au centre de cette planète ;

Newton, *Principes de la philosophie naturelle*, 1686

La gravité attire entre eux tous les corps

On a prouvé ci-dessus que toutes les planètes gravitent mutuellement les unes vers les autres ;

Cette attraction a une forme mathématique

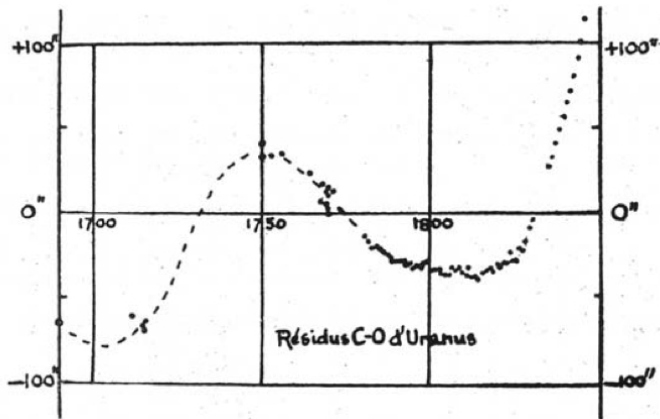
que la gravité vers une planète quelconque, considérée à part, est réciproquement comme le carré de la distance au centre de cette planète ;

Newton, *Principes de la philosophie naturelle*, 1686

Site *My solar system*

Film *Pluton-Charon*

Uranus ne tourne pas rond



L'écart entre l'observation et la théorie

Ta-dam!



Friedrich Bessel (1784-1846)

*Je pense qu'un moment viendra où la solution du mystère d'Uranus sera peut-être bien fournie par **une nouvelle planète***



Urbain Le Verrier (1811-1877)

Puissance de l'Orbite de la Planète en partant de $d = 0,51$
 et de $e = 0,80$ quand pour première approximation

l'orbite est circulaire.

La masse M est toujours prise égale à 1, pour
 pour simplifier, et celle de son compagnon, que
 l'on prend pour le rapport de la distance
 moyenne d à l'orbite à X , $\frac{d}{0,51} + d$
 on aura la perturbation:

$$r = m' (20,46 + 1,91X + 0,85X^2) \sin(nt - nt' + e' - e)$$

L'inégalité causée par d est de 27 fois plus
 grande, réduite à la même époque et en prenant
 l'approximation la plus exacte de la table. Celle
 est égale à $2,066 \times 59,9197 + 0,526 = 2,066 (1,098,91)$
 $= 2,27$. La formule précédente est donnée
 à la même époque, en y faisant $d = 0,516$: elle
 donne $2,27$.

L'inégalité de 27 fois plus grande pour e est de même
 $22,119 \times 0,55196 \times 0,546 = 6,7119 (1,056,51) = 2,27$. La
 formule précédente donne pour $d = 0,517$
 l'inégalité $2,27$.

Enfin l'inégalité de la période pour H est
 de $28,5166 \times 1,916 \times 0,946 = 28,5166 (1,400,67) = 18,9$
 et la formule précédente pour $d = 1,2806$ donne
 $18,9$. Ainsi la formule précédente est la plus
 exacte.

Soit $n = 47,610$ la moyenne en d : anneau
 d'Uranus. On aura en général:

$$n' = n \left\{ (0,5) + \frac{d}{100} \right\}^2 \\
 = n (0,5)^2 + \frac{2}{100} n (0,5) d + \frac{3}{10000} (0,5)^2 d^2$$

ou bien

$$n' = 1,17540 + 0,01100 d + 0,000250 d^2$$

formule qui pour $d = 1$ fournit $n' = 1,17818$ et
 pour $d = 0$ fournit $n' = 1,17492$; on en a
 qui sont aux quarts tiers - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2
 pour $n (0,5)^2$ et $n (0,5)^2$.

On aura de même l'inégalité:

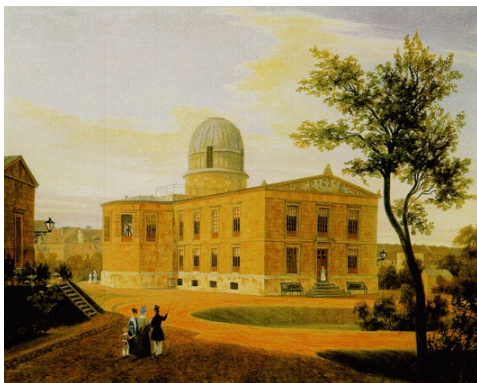
$$dr = m' (20,46 + 1,91d + 0,85d^2) \sin \left\{ 27,22 - 3,0707d + 0,01100d^2 + 0,000250d^3 + 0,01 \right\}$$

Les dérivées de la ligne par la formule:

$$\frac{dr}{dx} = m' x + (0,011708) m' (2x - 0,01778) x^2 \sin x$$

Comparaison de la nouvelle théorie avec les observations.

DATES des observations.	EXCÈS des positions calculées sur les positions observées.	DATES des observations.	EXCÈS des positions calculées sur les positions observées.
1781-1782	+ 2" 3	1813-1815	- 0" 9
1783-1784	+ 0,1	1816-1817	+ 0,4
1785-1788	- 1,2	1818-1820	+ 0,4
1789-1790	- 3,4	1821-1823	+ 0,9
1791-1792	+ 0,3	1824-1827	- 5,4
1793-1794	- 0,5	1828-1830	- 2,2
1795-1797	- 1,0	1835	- 0,8
1797-1801	+ 0,9	1835-1836	+ 2,3
1802-1804	+ 0,8	1837-1838	+ 2,5
1804-1806	+ 0,8	1839-1840	+ 2,2
1807-1808	+ 2,1	1841-1842	- 0,2
1808-1810	+ 0,8	1842-1844	- 0,4
1811-1813	- 0,5	1844-1845	- 0,3



- ▶ 18 septembre 1846 : écrit à Johann-Gottfried Galle (1812-1910)
- ▶ 25 septembre 1846 : Galle écrit à Le Verrier

Et Neptune fut

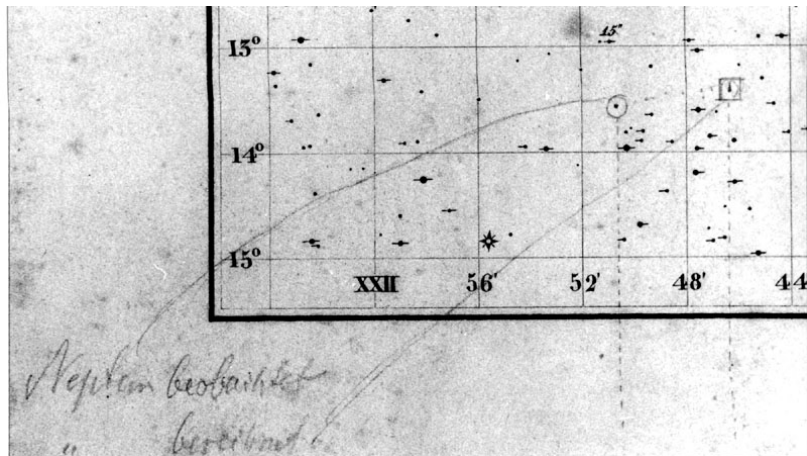
Berlin, le 27 Sept. 1846

Monsieur,

La planète, dont vous avez signalé la position, réellement existe.
Le même jour, où j'ai reçu votre lettre, je trouvais une étoile de 8^{me} grandeur,
qui n'était pas inscrite dans l'excellente carte Bora XXI (destinée par M.
le D^r Bessel) de la collection de cartes célestes publiée par l'Académie
Royale de Berlin. L'observateur du jour suivant décida que c'était la planète cherchée.
Nous l'avons comparée, M^s Encke en moi, par la grande lunette de Fraunhofer
avec une étoile de 6^{me} grandeur (α) Bessel zone 119. 21^h 21^m 31^s.w - 13° 32' 9".
ce nous avons trouvé :

Camp. moy. de Berlin
Sept. 23. 12^h 0^m 14^s.6

Plan. = (α) + 21' 21",5 en R.
= (α) + 1.36,8 en Déclin.



Les mathématiques agrandissent notre système





JEAN LE VERRIER
LE VERRIER
NÉ A SAINT-LO
LE 11 MARS 1811
MORT A L'ÉPIPLONVILLE DE SAINT-LO
LE 23 SEPTEMBRE 1877

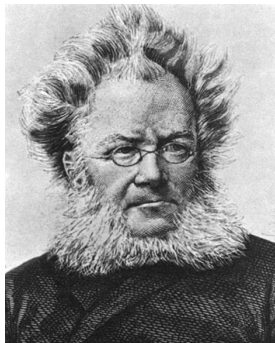
PLACÉ EN 1911 PAR
LA FAMILLE DE SAINT-LO
ET L'ASSOCIATION DES
ANCIENS ÉLÈVES
DU LYCÉE LE VERRIER





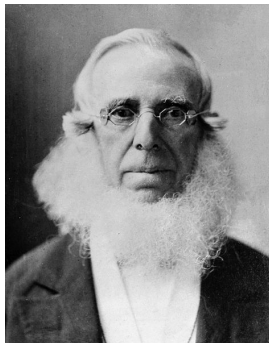
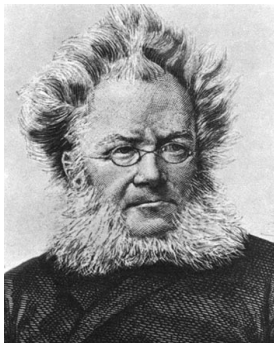
M. Le Verrier avait le caractère le plus épouvantable qui se puisse imaginer. Hautain, dédaigneux, intraitable, cet autocrate considérait tous les fonctionnaires de l'Observatoire comme des esclaves.

Camille Flammarion



M. Le Verrier avait le caractère le plus épouvantable qui se puisse imaginer. Hautain, dédaigneux, intraitable, cet autocrate considérait tous les fonctionnaires de l'Observatoire comme des esclaves.

Camille Flammarion

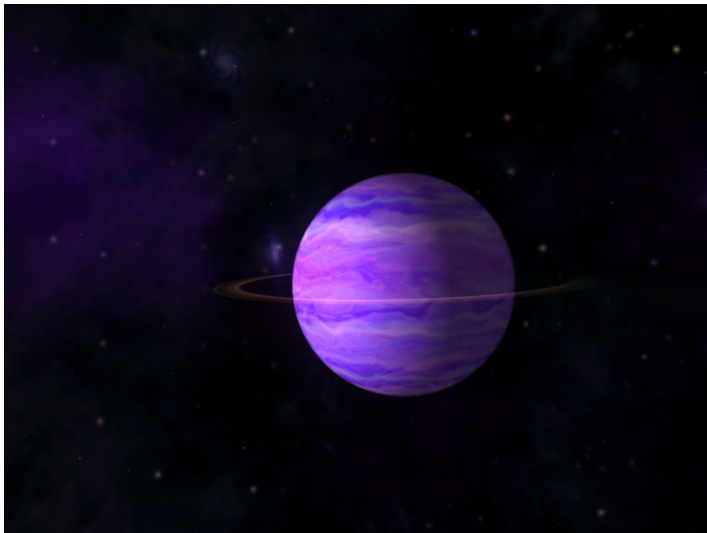


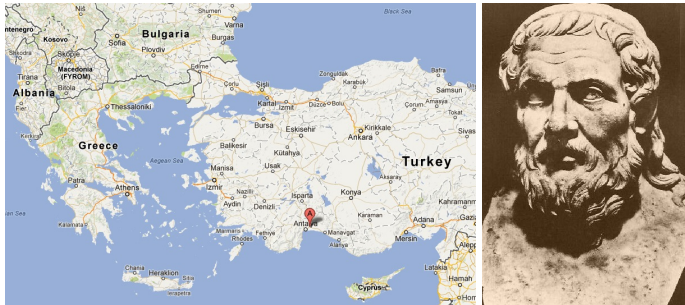
M. Le Verrier avait le caractère le plus épouvantable qui se puisse imaginer. Hautain, dédaigneux, intraitable, cet autocrate considérait tous les fonctionnaires de l'Observatoire comme des esclaves.

Camille Flammarion

Partie III

Planète X : Anti-Terre ou Neptune ?





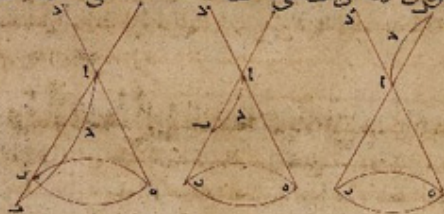
Apollonius de Perga (-262 , - 190)

القطع ونصفه في وجهه وله من الخرافيم وستين ذلك قسمها بعدد او ارفع اشعار المثلث في القطوع
المنتهية به و2 الناقصة فقط

ابتداء كتاب ابلونيوس

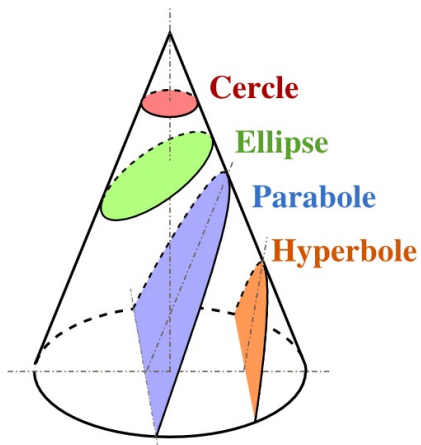
ت

الخطوط المستقيمة التي تخرج من ابر الخروط الى القطب التي وسطها حيث كانت المقاطع وسطها ايضا



ومما لذلك ان مخروطا
بانه مقطوع او قد جعلنا
مقطوعا على سطحه كمنه ما
وقعت عليها وتوصلنا
سطحها اسطواناته تاويل
ان خط اجب على سطح الخروط
فان لم يتوزل للمثلث

Une traduction arabe du 9e siècle des *Coniques* Coniques



Cercle

Ellipse

Parabole

Hyperbole

Coniques



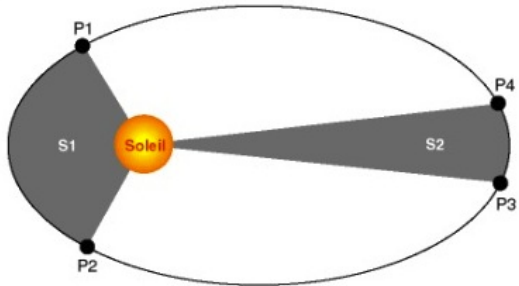
Johannes Kepler (1571-1630)



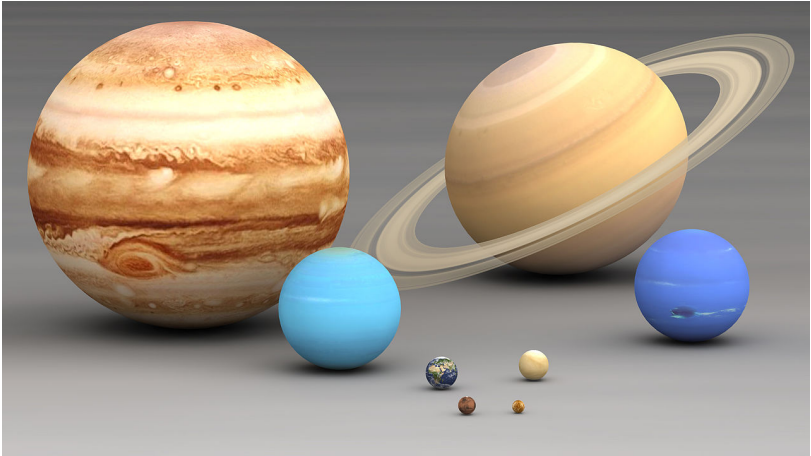
- ▶ 1615 : Procès pour sorcellerie de la mère de Kepler (38 sorcières brûlées à Weil entre 1615 et 1629) :

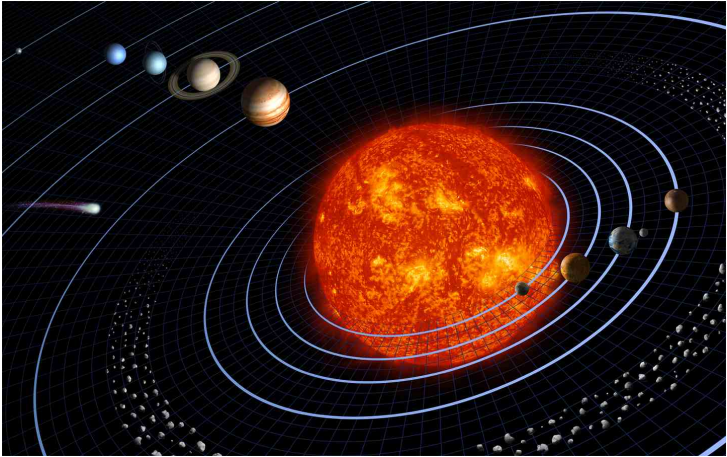


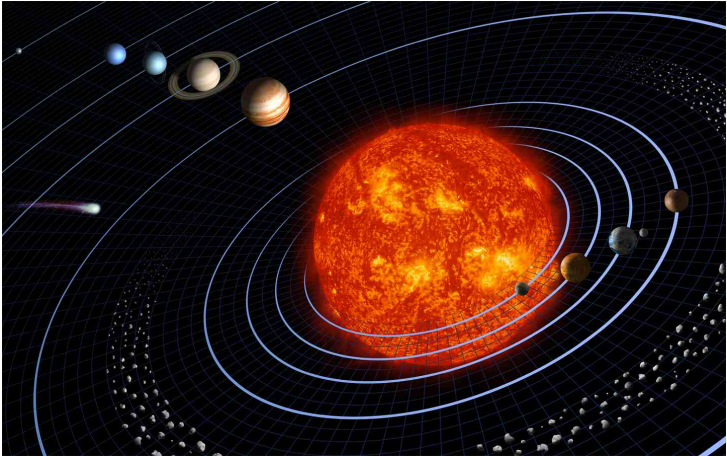
- ▶ 1615 : Procès pour sorcellerie de la mère de Kepler (38 sorcières brûlées à Weil entre 1615 et 1629) : *L'accusée a paru au tribunal accompagnée, hélas, par son fils, Johann Kepler, mathématicien.*



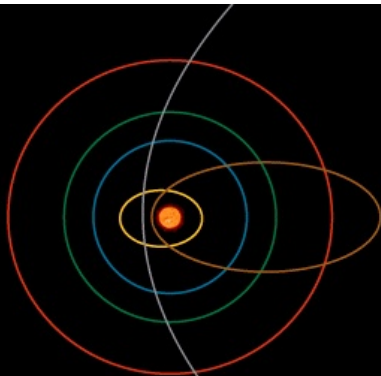
Chaque planète parcourt une ellipse dont le Soleil est un foyer







Elliptiquement réaliste ?



Mercury $e = 0.206$

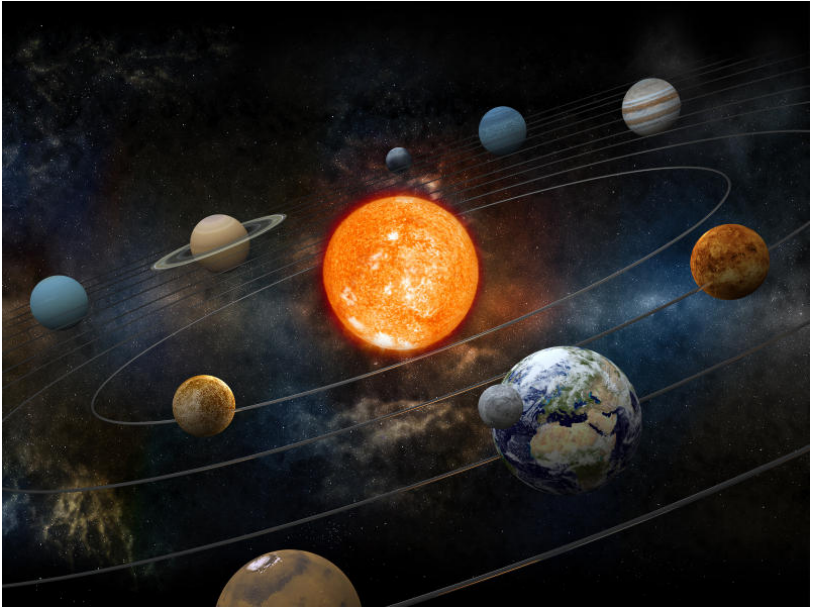
Venus $e = 0.007$

Earth $e = 0.017$

Mars $e = 0.093$

Icarus $e = 0.83$

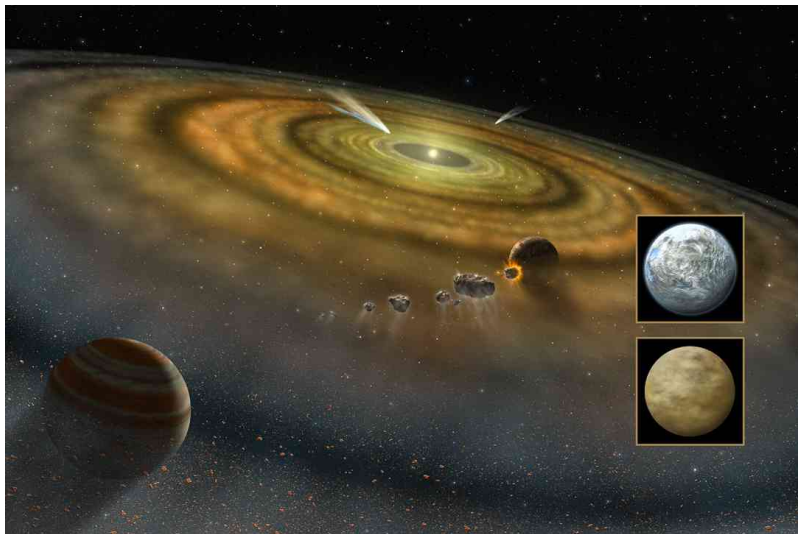
Halley $e = 0.968$

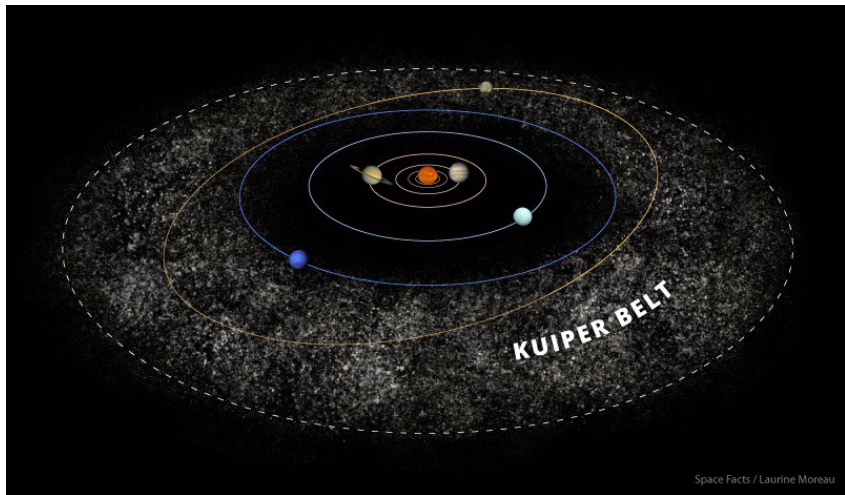




Un autre phénomène également remarquable du système solaire, est le peu d'excentricité des orbites des planètes et des satellites, tandis que ceux des comètes sont fort allongés; les orbites de ce système n'offrant point de nuances intermédiaires entre une grande et une petite excentricité. Nous sommes encore forcés de reconnaître ici l'effet d'une cause régulière : le hasard n'eût point donné une forme presque circulaire aux orbites de toutes les planètes; il est donc nécessaire que la cause qui a déterminé les mouvemens de ces corps, les ait rendus presque circulaires. Il faut encore que la

Simon Laplace, *Exposition du Système du Monde*, 1796



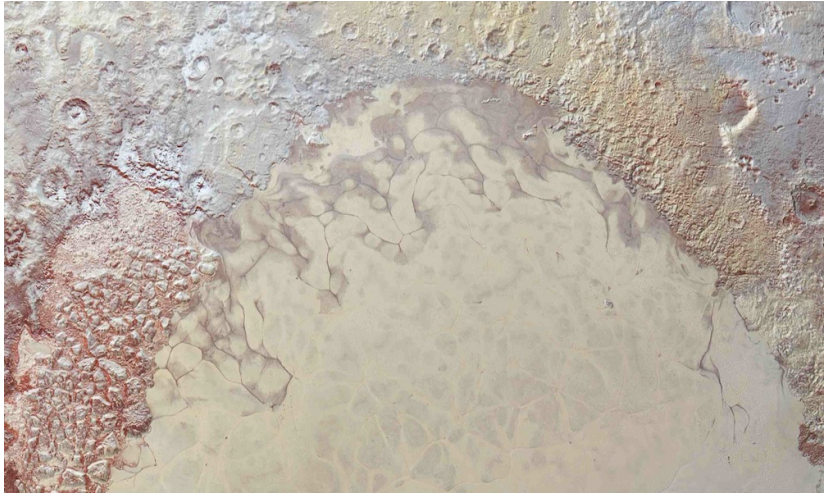


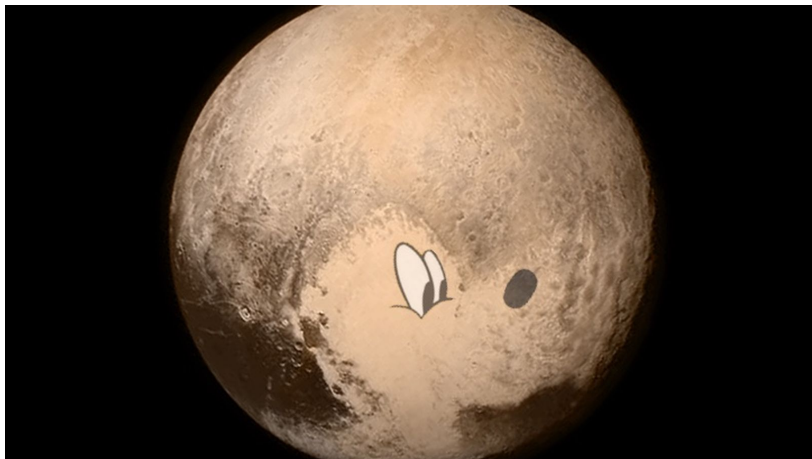
Space Facts / Laurine Moreau

La Ceinture de Kuiper

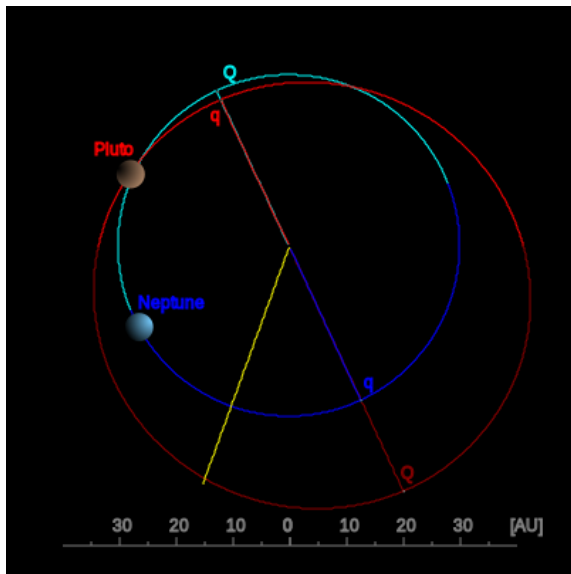


La Planète Pluton (1930-2006)

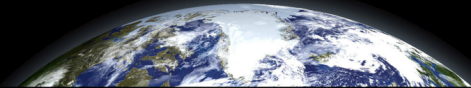
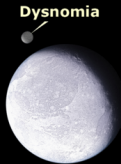
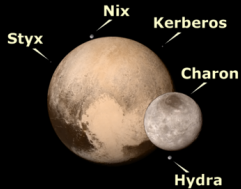




Pluto sur Pluton



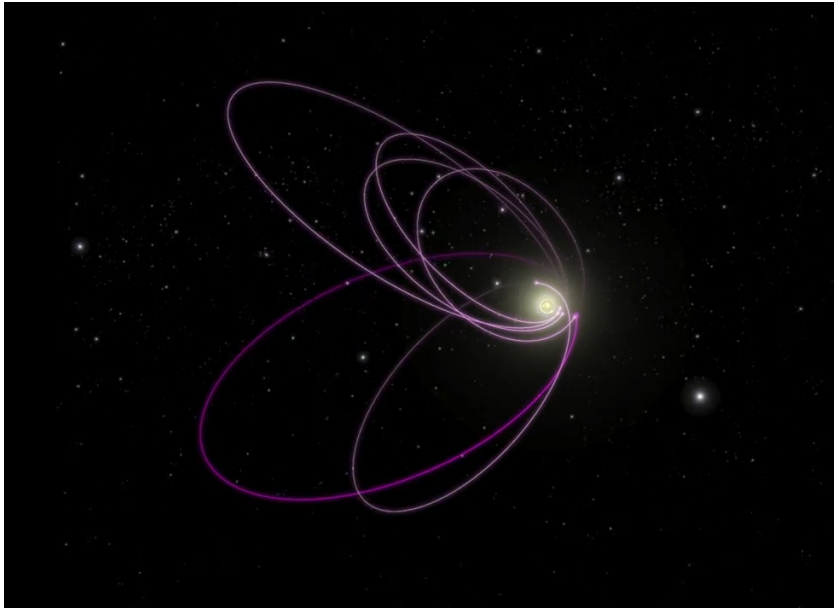
Largest known trans-Neptunian objects (TNOs)

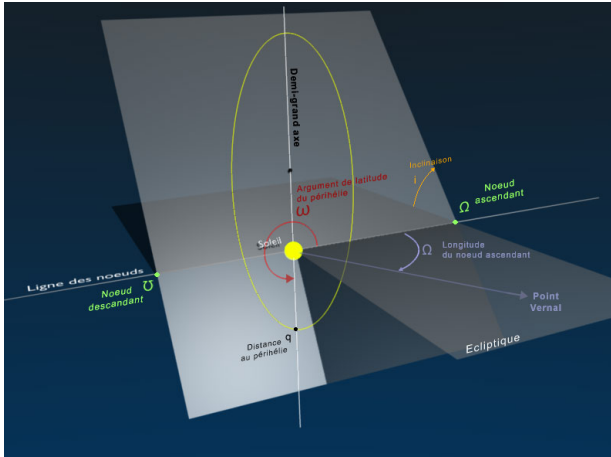


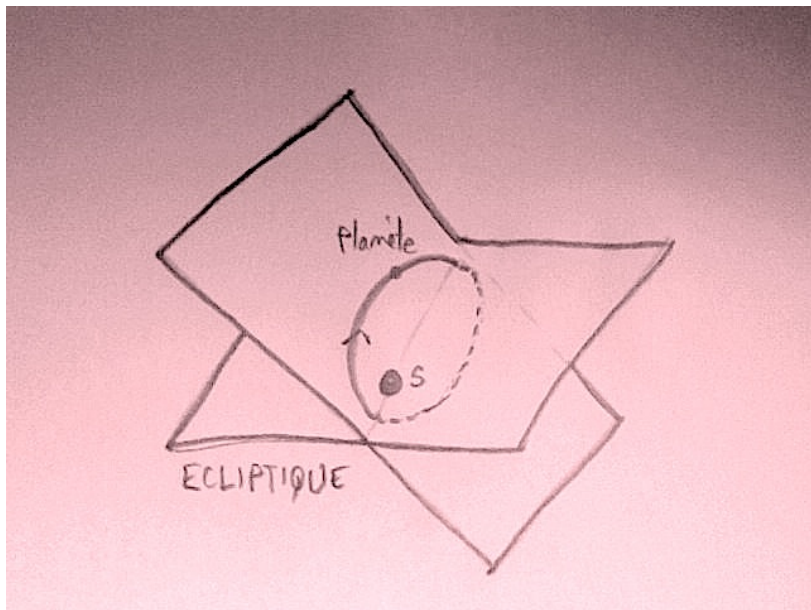
2000 km



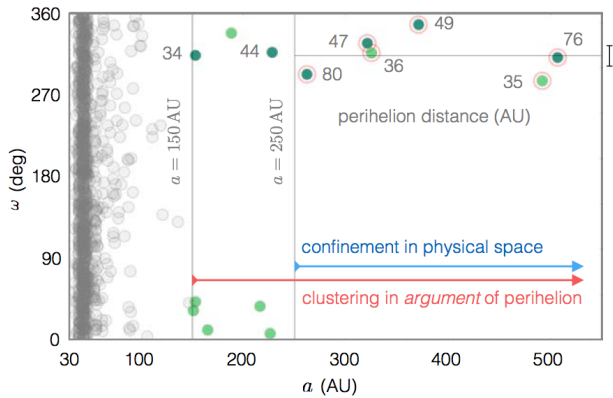
Film *Transneptuniens*

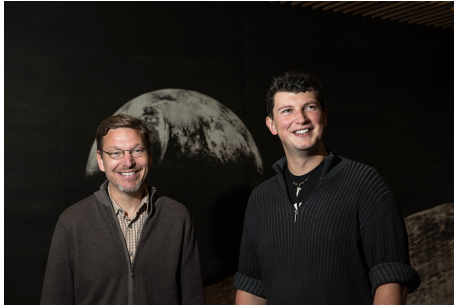






Argument du périhélie = 0





Michael E. Brown et Konstantin Batygin

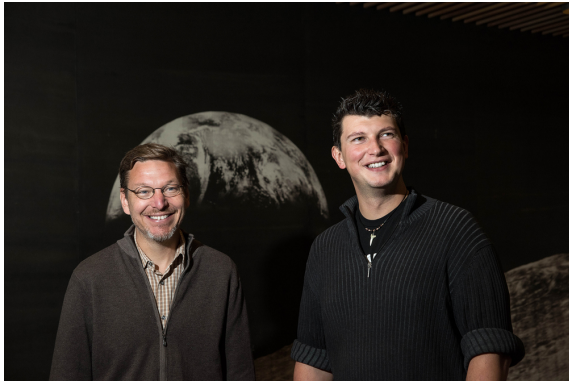
*Nous démontrons que les périhélies et les plans orbitaux des objets
sont **fortement confinés***



Michael E. Brown et Konstantin Batygin

Nous démontrons que les périhélies et les plans orbitaux des objets sont fortement confinés et qu'un tel regroupement n'a qu'une probabilité de 0,007% d'être dû au hasard, ce qui implique une origine dynamique.

Evidence for a distant giant planet in the solar system, 2016.



Michael E. Brown et Konstantin Batygin

*Par conséquent, ici nous faisons l'hypothèse que la structure observée de la Ceinture de Kuiper est **maintenue par un perturbateur gravitationnel** dans le système solaire.*

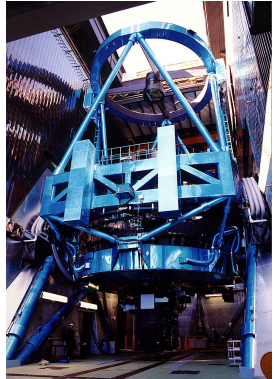
un perturbateur [...] peut modifier l'évolution des particules test de façon à maintenir leur alignement apsidal.

Caltech

9TH PLANET

Orbital period = 20,000 years
60 billion miles from the sun

Phattie



Le télescope Subaru à Hawaï

Au fait!



Conclusion



1. L'astronomie a besoin des mathématiques pures

1. L'astronomie a besoin des mathématiques pures
2. Des mathématiques pures peuvent devenir utiles bien plus tard

1. L'astronomie a besoin des mathématiques pures
2. Des mathématiques pures peuvent devenir utiles bien plus tard
3. Les mathématiques et la physique sont pour tout-e-s!



DES FOIS, JE ME DIS QUE LA
PREUVE QU'IL Y A DES ÊTRES
INTELLIGENTS AILLEURS QUE SUR
TERRE EST QU'ILS N'ONT PAS
ESSAYÉ DE NOUS CONTACTER