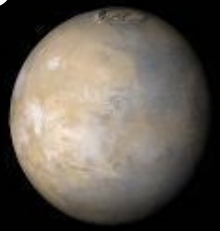
Le Système Solaire



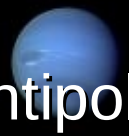




Aurélien CRIDA

(crida@oca.eu)



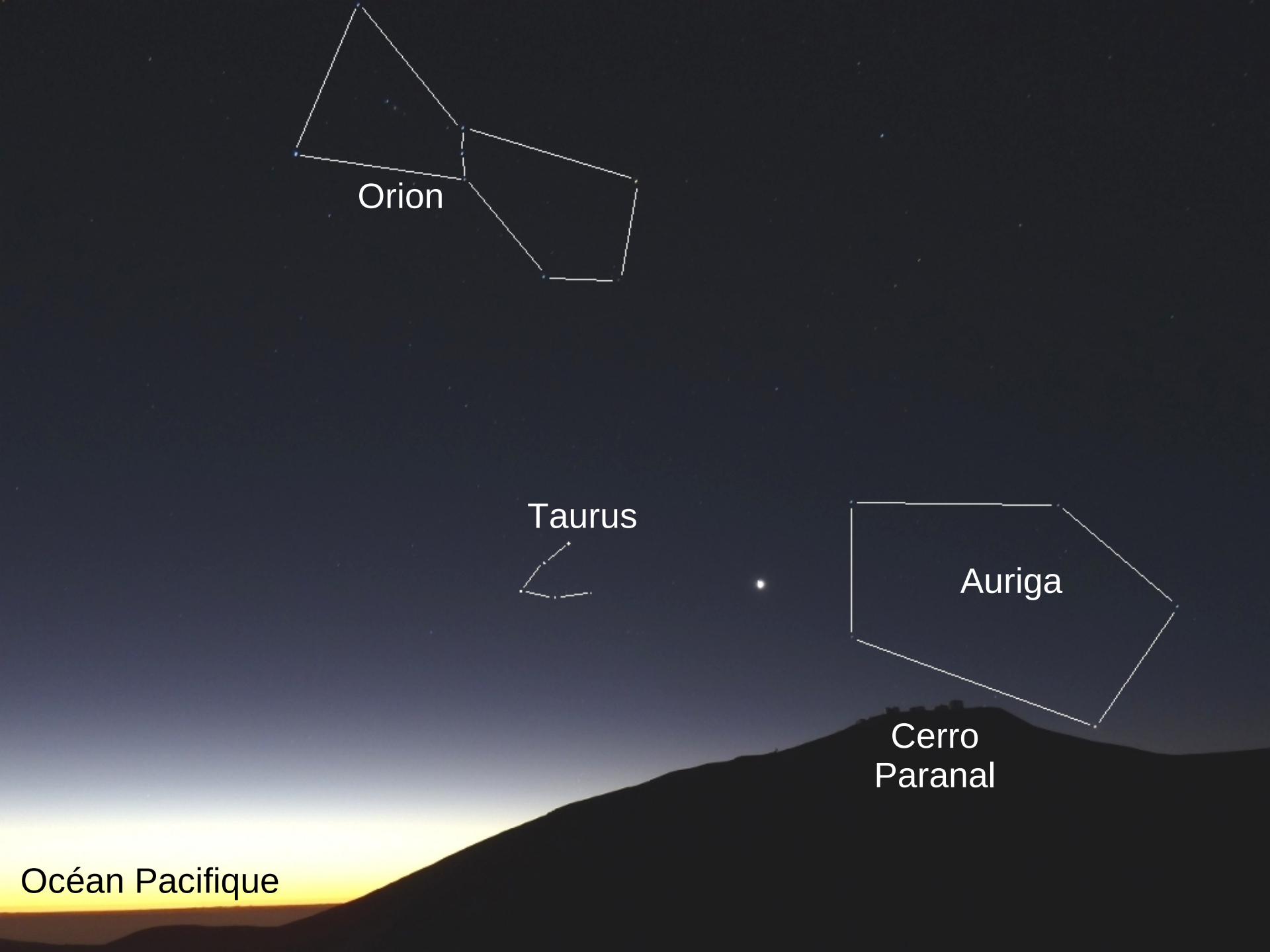


Maître de Conférences

à l'**U**niversité de **N**ice **S**ophia-antipolis

et l'**O**bservatoire de la **C**ôte d'**A**zur.




Orion
Taurus
Auriga
Cerro
Paranal
Océan Pacifique

7 anomalies dans la sphère des étoiles fixes
→ 7 jours de la semaine :

Lune, Mars, Mercure, Jupiter, Vénus, Saturne, Soleil.
Lundi, **Mar**di, **Mercre**di, **J**eudi, **Ven**dredi, ***Satur****day,* ***Sun****day*.

Astres errants, appelés en grec πλανητης , planètes.



Ces corps célestes errent, mais pas n'importe où..

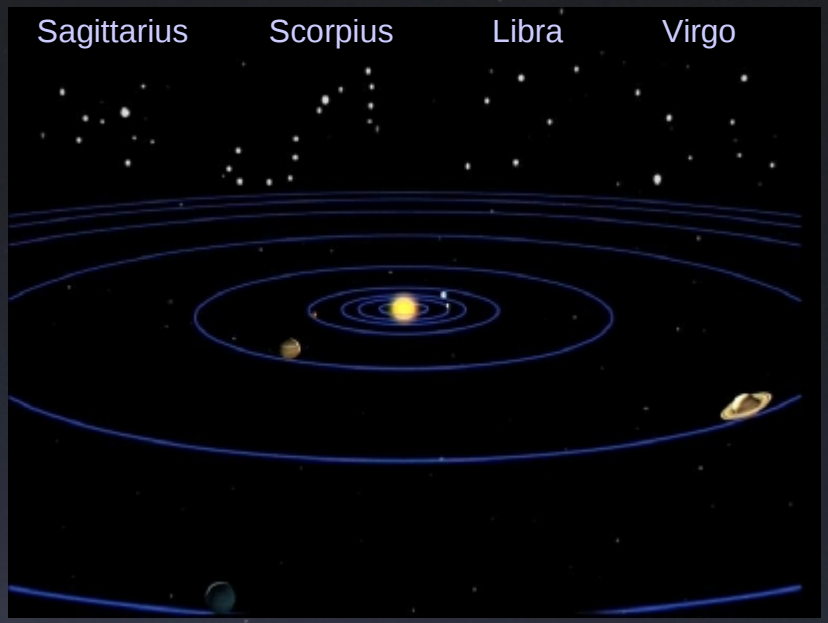
On n'en a jamais vu dans la Grande Ourse !



Les planètes sont dans le *plan de l'écliptique*, dont l'intersection avec la sphère céleste marque le *zodiaque*.



The sky in May 2007



Le système Solaire est plat !

Le système solaire, vu par la tranche



Le système solaire, vu par la tranche



Historique: les planètes

Le système solaire est plan.

Mais qui tourne autour de qui ?

Quelle est la taille du système solaire ?

Quelles sont ces planètes exactement ?

À quoi ressemblent-elles ?

Le Soleil a le même diamètre angulaire que la Lune.



(Épernay, 11 / 8 / 1999)

(Sahara Libye, 26 mars 2006)









Éclipse de Lune: L'ombre de la terre est ronde, et grande...



La Lune est environ 3 fois plus petite que l'ombre de la Terre.

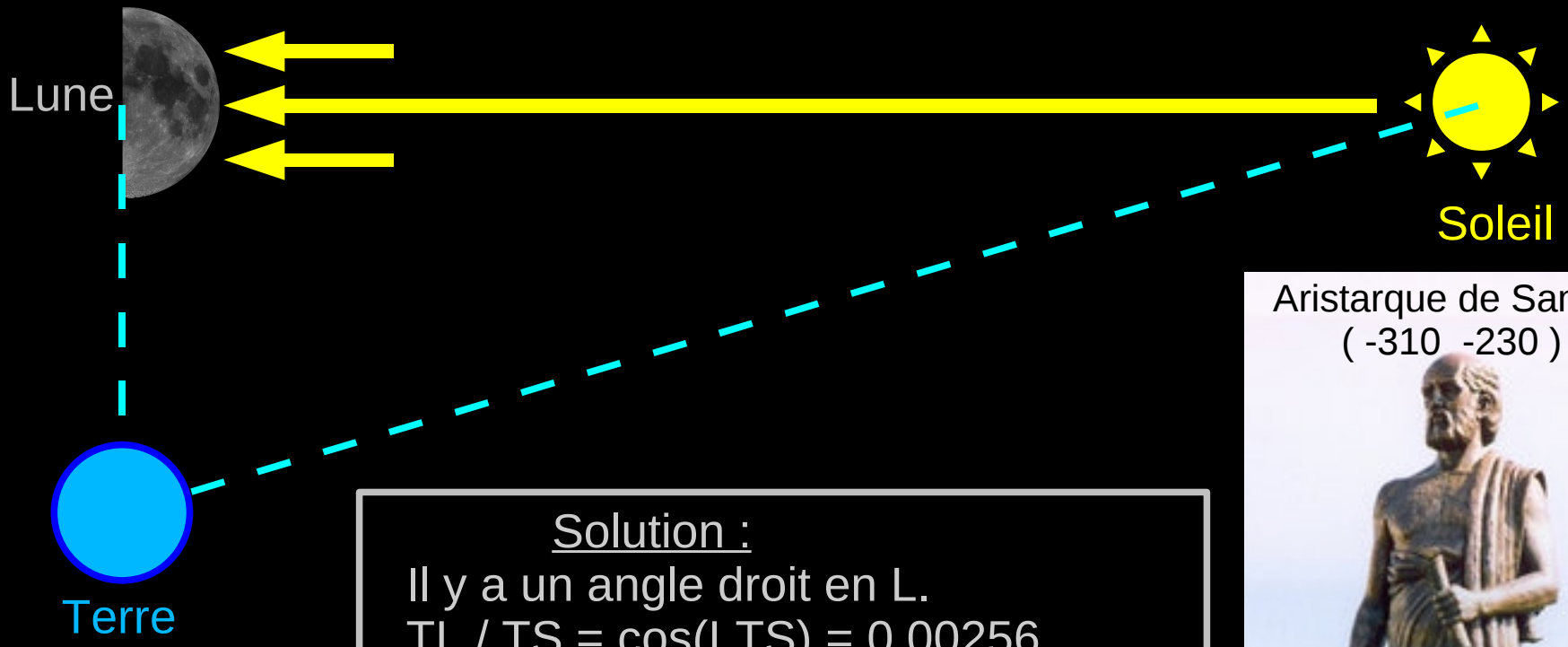


<u>Exercice :</u>

Dessiner
la Terre,
son ombre,
la Lune,
son ombre,
en respectant
les proportions.

Au premier quartier, que peut-on dire du triangle TLS ?

Si l'angle LTS est 89.853°, à quelle distance est le Soleil ?



Solution :

Il y a un angle droit en L.
TL / TS = cos(LTS) = 0,00256 .
Donc TS = 390 x TL.

Le Soleil est ~400 fois plus loin, donc plus gros que la Lune (car ils ont le même diamètre angulaire),
donc ~100 fois plus gros que la Terre.

Aristarque de Samos
(-310 -230)

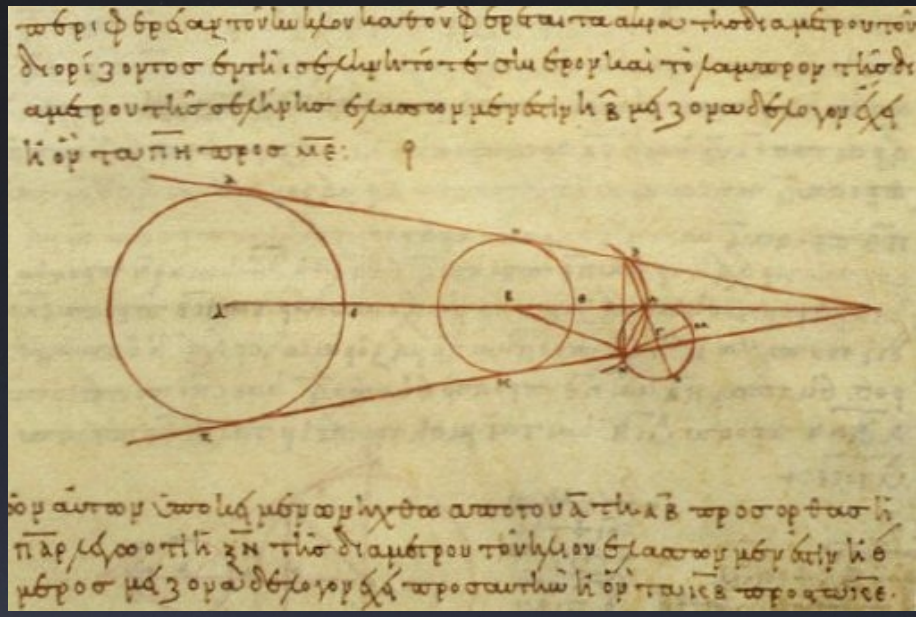


Le Soleil est 100 fois plus gros que la Terre,
un million de fois plus volumineux, donc beaucoup plus lourd ;

donc la Terre tourne autour du Soleil...



Alexandra Tavernier
(championne du monde junior)



Aristarque de Samos
(-310 -230)

Ératosthène



La circonférence de la Terre.

<u>Exercice :</u>

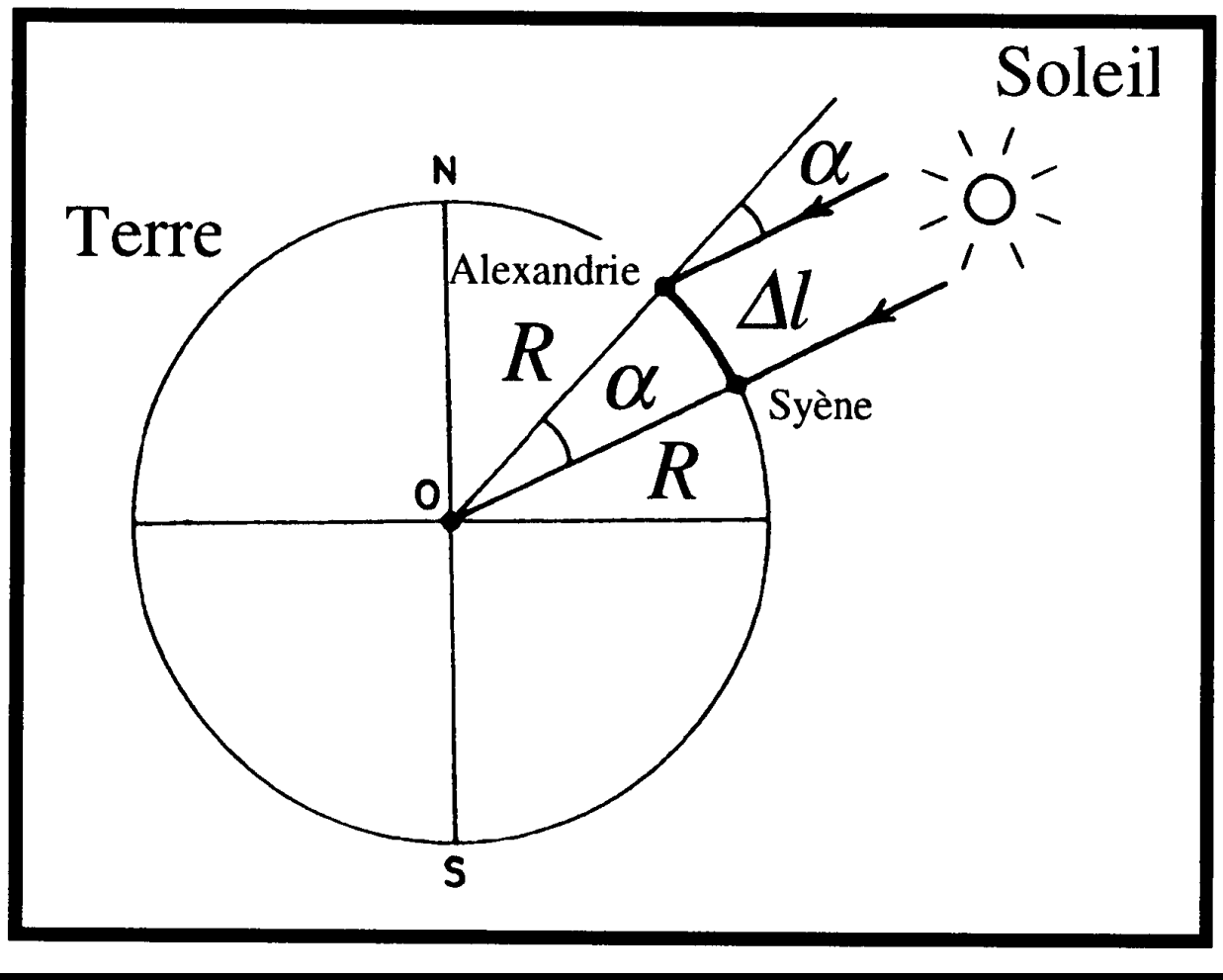
Sachant que

$\alpha = 8°$

$\Delta l = 889\text{km}$

Que vaut la circonférence de la Terre ?

Son rayon ?



Aristarque

La distance de la Lune (et du Soleil) :

La Lune apparaît aussi grande qu'un bâton de 90cm placé à 100m (diamètre apparent = 0,5°).
Sachant qu'elle est 4 fois plus petite que la Terre,
à quelle distance se trouve-t-elle ?

(en vrai: diamètre = **3 476 km** et distance = **384 000 km**)

En déduire la distance Terre – Soleil,
appelée *Unité Astronomique* (rappel: TS = 390 TL).

(1 U.A. = 150 millions de kilomètres)

Les anciens grecs

Résumé :

À partir de simples observations, et de raisonnements astucieux ne nécessitant aucune connaissance mathématique au delà du niveau collège, nous avons déterminé :

- que le Système solaire est plat
- que la Terre est ronde, de circonférence 40000 km,
- que la Lune est 4 fois plus petite que la Terre,
- que le Soleil est 100 fois plus gros que la Terre,

=> la Lune tourne autour de la Terre, qui tourne autour du Soleil

- la distance Terre-Lune et la distance Terre-Soleil.



Aristote

Et pourtant:

Aristote (-384 -322) considère que la Terre est immobile et au centre de l'Univers.

Séparation absolue entre le monde terrestre imparfait, changeant et le monde céleste parfait, éternel.

Les seuls mouvements célestes possibles sont les mouvements circulaires, uniformes.



Ptolémée

Ptolémée (100 – 170) : modèle géocentrique.

Problèmes :

Prédictions imprécises,

Usage nécessaire d'épicycles toujours plus nombreux...





Copernic (1473,1543), conversation avec Dieu

Système Copernicien

Planètes en orbites circulaires
autour du Soleil.

De Revolutionibus Orbium Coelestium , publié à sa mort.

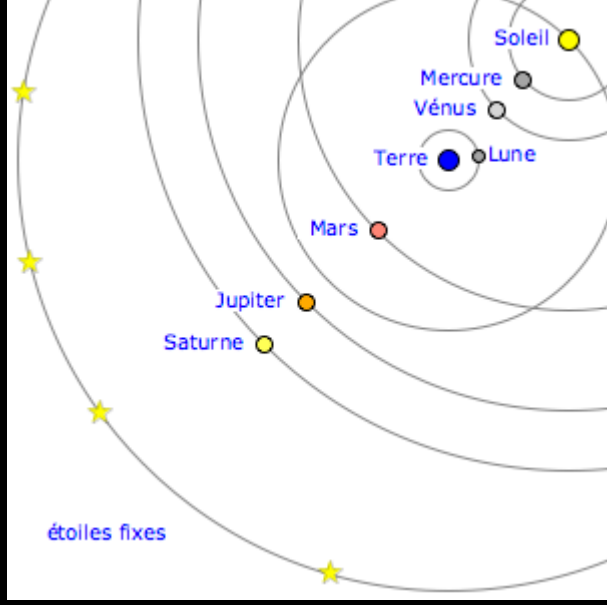
Système plus simple, donc adopté (rasoir d'Occam).

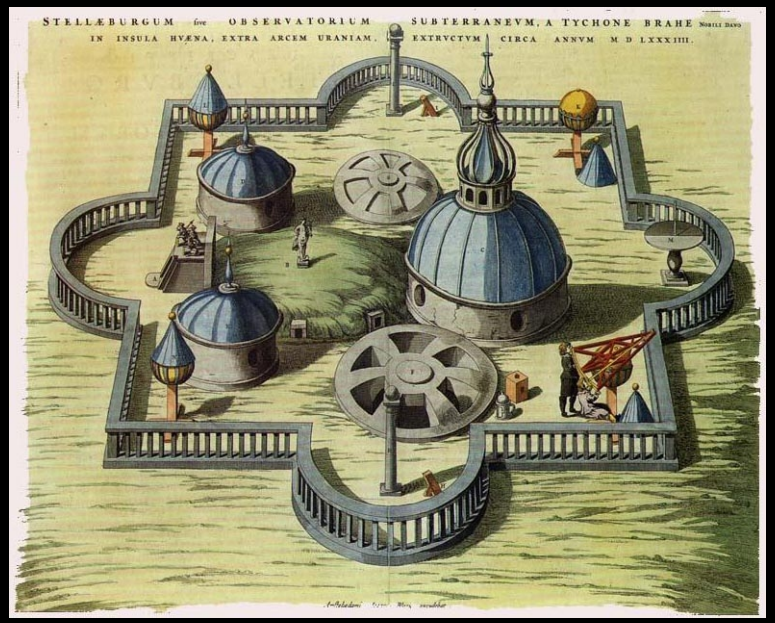
Tycho Brahé

Astronome danois. Ses observations confirment que les planètes tournent autour du soleil.



- Mais il pense que le soleil tourne autour de la Terre, immobile.





Képler

Des observations de Tycho Brahé, on peut déduire trois propriétés des orbites des planètes.

Trois lois de Képler (1609) :

1) Les orbites des planètes sont des ellipses, dont le Soleil occupe l'un des foyers

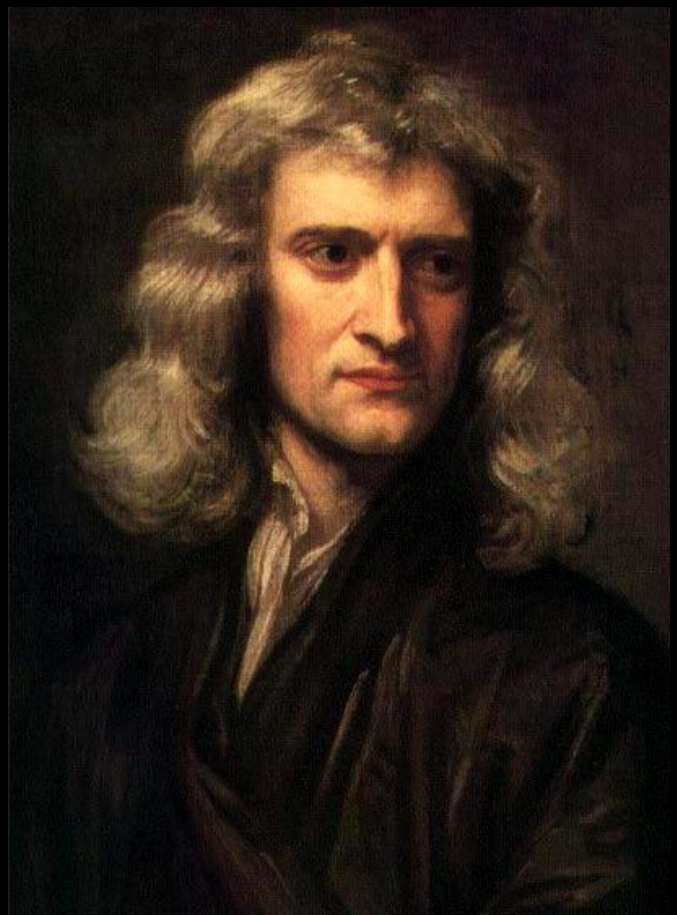
2) Le carré de la période est proportionnel au cube de la taille de l'orbite
(plus on est près du soleil, plus on tourne vite)

3) Loi des aires.



Gravitation universelle

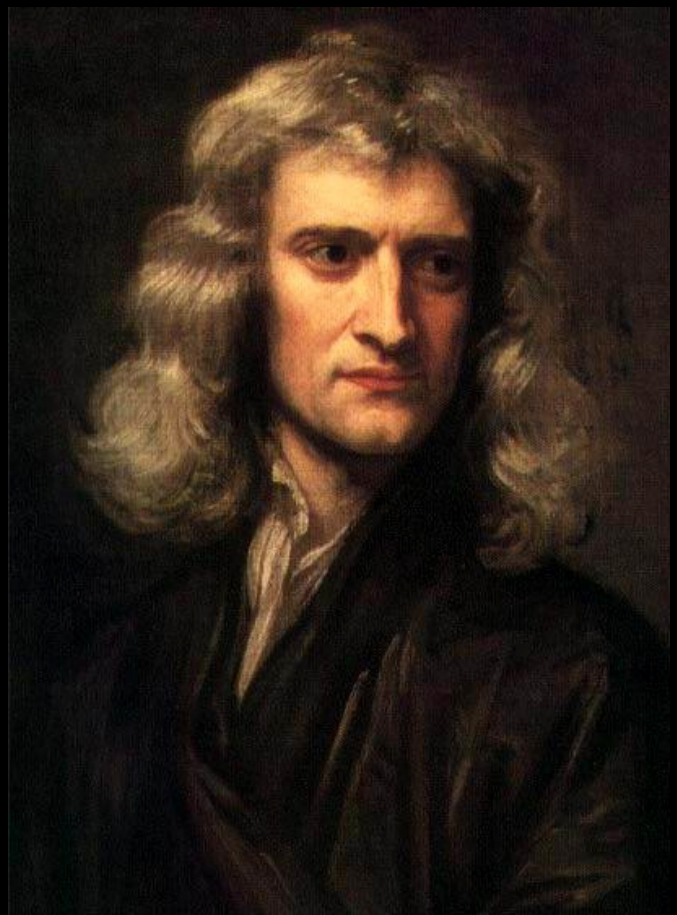
La loi de Newton de la gravitation universelle explique mathématiquement les 3 lois de Képler.





Gravitation universelle

La loi de Newton de la gravitation universelle explique mathématiquement les 3 lois de Képler.

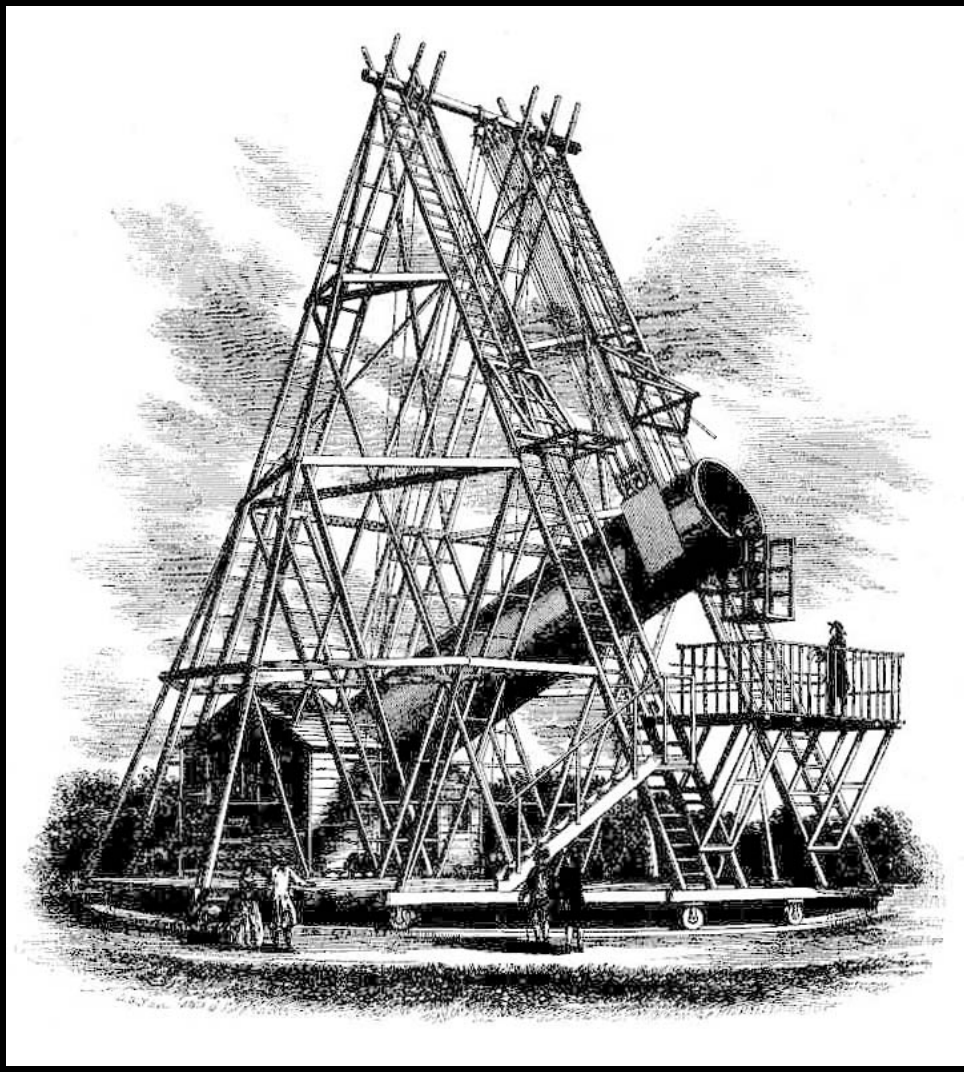




Découvertes de planètes invisibles

Herschel découvre par hasard **Uranus** en 1781.





Découvertes de planètes invisibles

L'orbite d'**Uranus** ne peut pas s'expliquer par la loi de Newton.

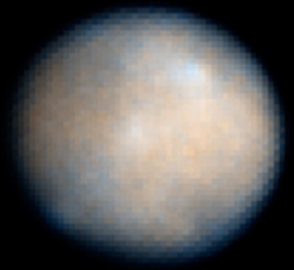
Il y a une autre planète qui perturbe son mouvement !

Découverte de **Neptune** en 1846 par Le Verrier et Galle.



Triomphe de la science et de la mécanique céleste!

Découvertes de planètes invisibles



Ceres • January 24, 2004
HST ACS/HRC

Céres est découverte en 1801,
planète manquante entre Mars et Jupiter !

Puis **Pallas** (1802), **Junon** (1804),
Vesta (1807)...
100 astéroïdes connus en 1868 !

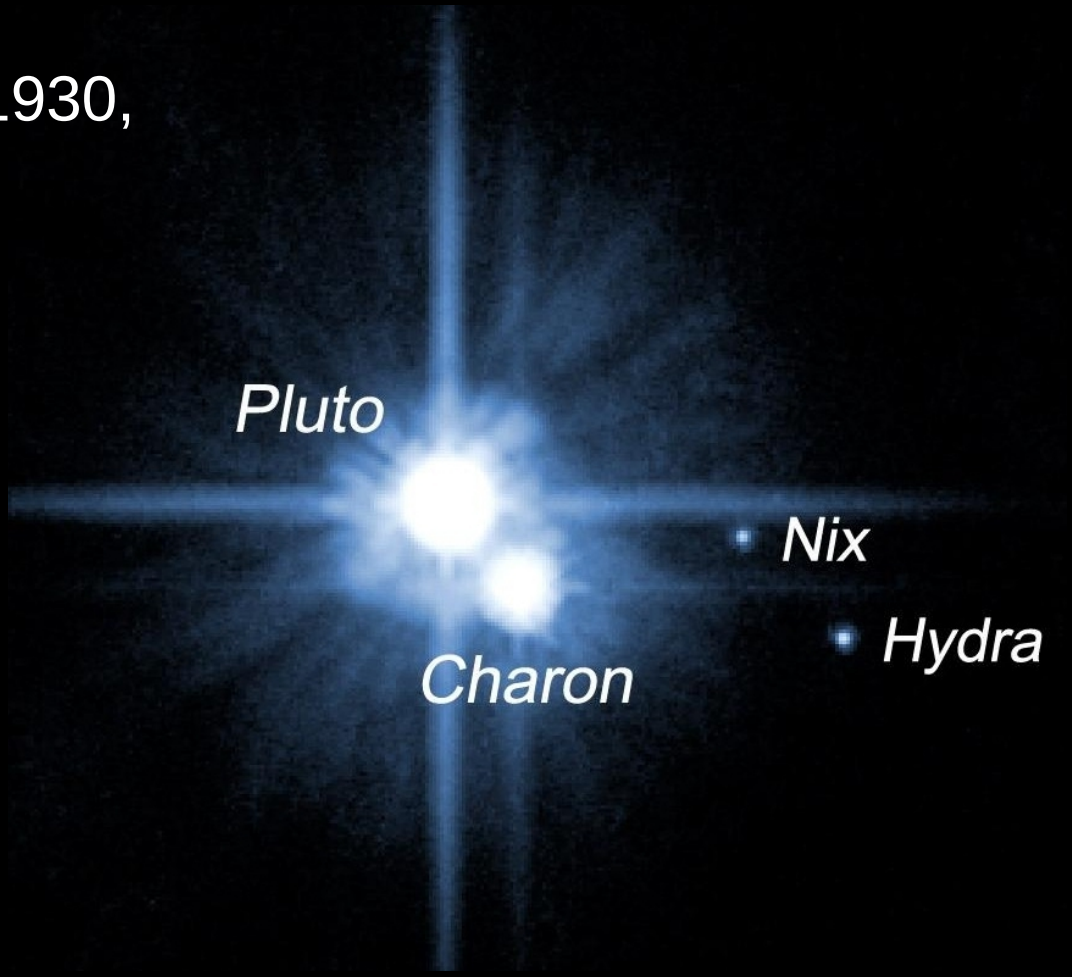
Plus de 140 000 actuellement...

Céres n'est donc pas une planète,
mais le plus gros corps de la
Ceinture d'Astéroïdes.



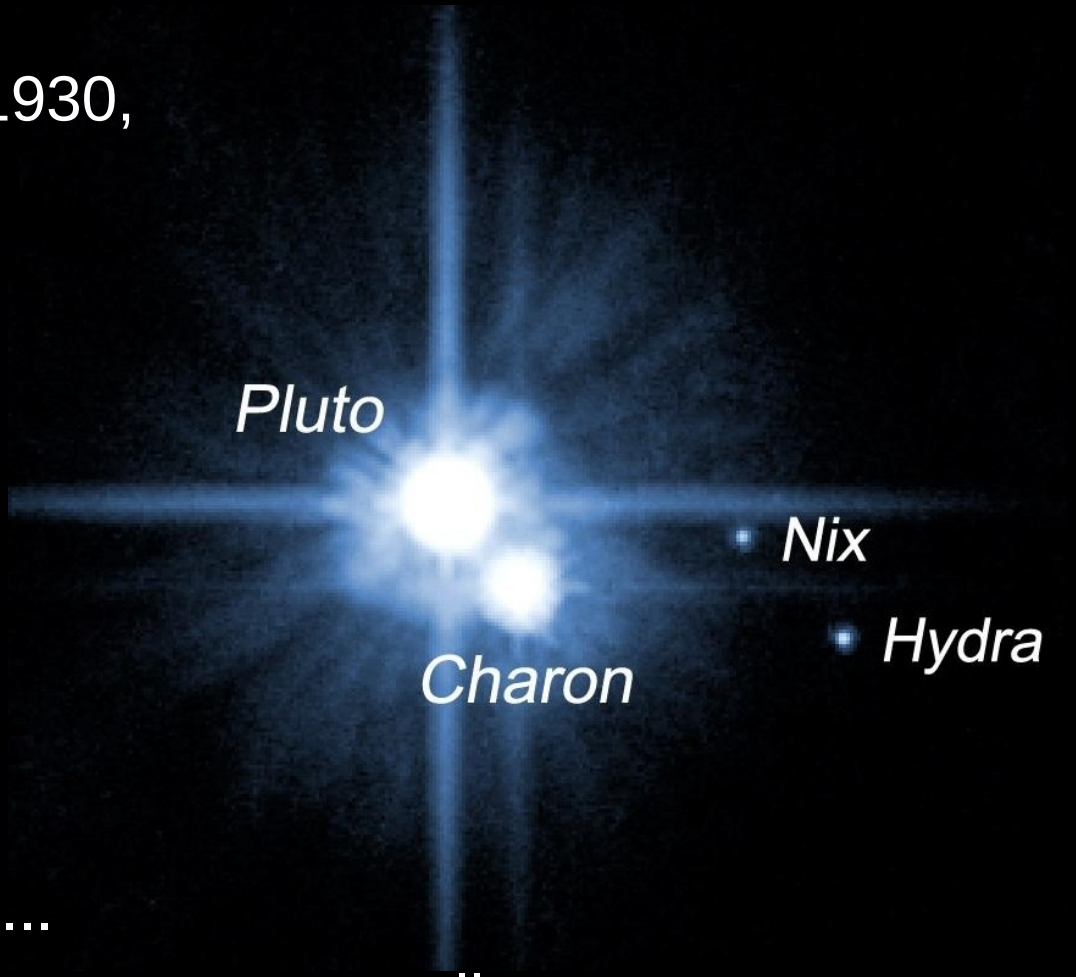
Découvertes de planètes invisibles

Pluton est découverte en 1930,
nouvelle planète au-delà
de Neptune !



Découvertes de planètes invisibles

Pluton est découverte en 1930,
nouvelle planète au-delà
de Neptune !



Puis **Éris**, **Sedna**, **Quaoar** ...
1000 objets trans-neptuniens connus actuellement...

Découvertes de planètes invisibles

Pluton n'est donc pas une planète,
mais un gros corps de la **Ceinture de Kuiper**.



Définition PLANÈTE par l'UAI





Une <u>planète</u> est un corps céleste qui

(a) est en orbite autour du Soleil

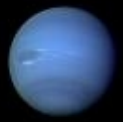
(b) a une forme sphérique



(gravité dominante)

(c) qui a "nettoyé" le voisinage de son orbite.





Il y a 8 planètes dans le système solaire.

Définition PLANÈTE NAINE par l'UAI





Une <u>planète naine</u> est un corps céleste qui

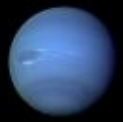
(a) est en orbite autour du Soleil

(b) a une forme sphérique



(gravité dominante)





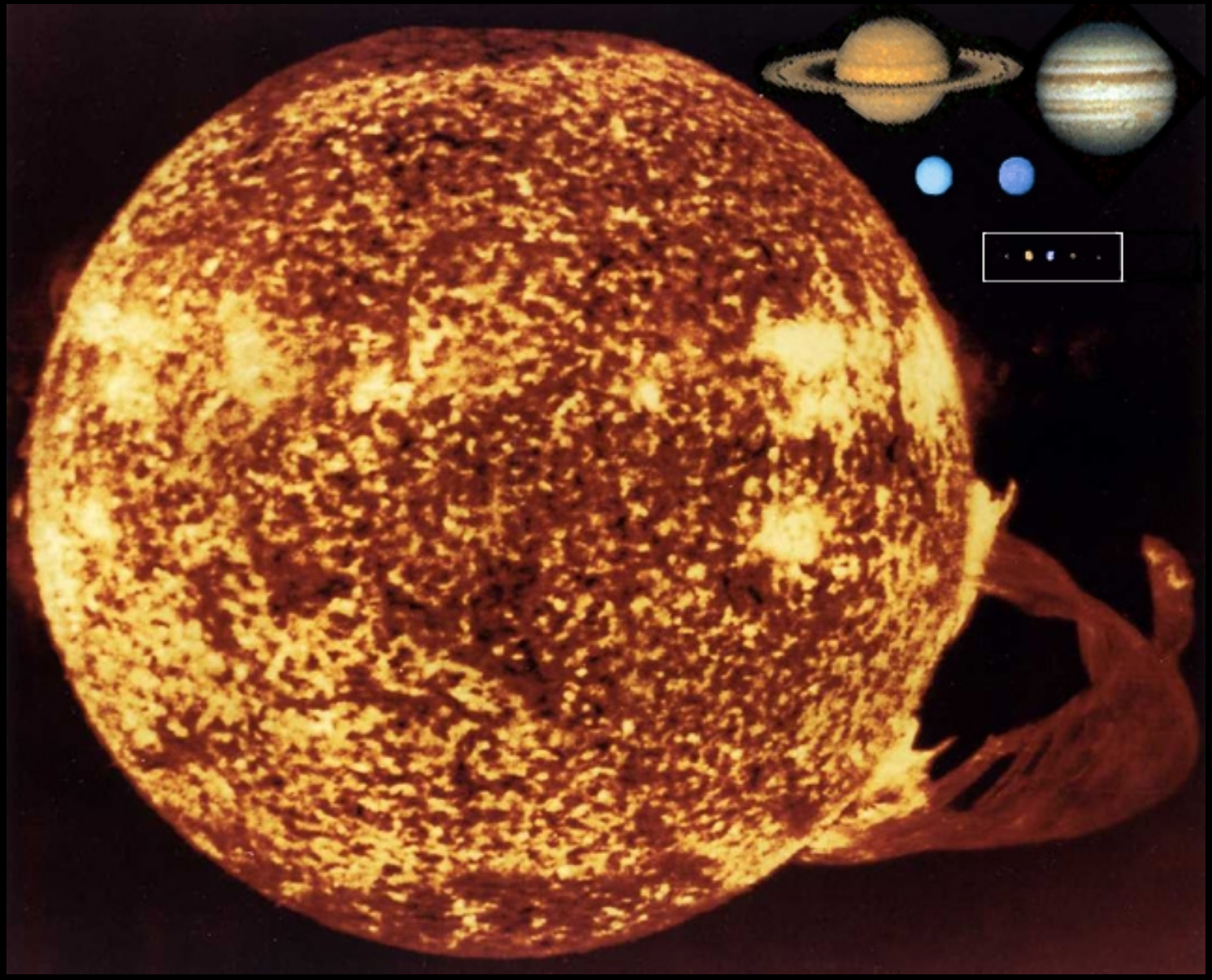
Exemple : Céres, Pluton, Éris...

BILAN SYSTÈME SOLAIRE

Le système solaire est composé d'une étoile, le SOLEIL, et de l'ensemble des corps qui lui tournent autour.



BILAN SYSTÈME SOLAIRE



BILAN SYSTÈME SOLAIRE

Diamètre du Soleil = 1 300 000 km.
Diamètre de la Terre = 12 756 km.
Distance Terre-Lune = 384 000 km.
Distance Terre-Soleil = 150 000 000 km = 1 UA.
Soleil - Jupiter = 5,2 UA.
Soleil - Neptune = 30 UA.

Si 1 UA = 1 m, le Soleil fait 1cm, la Terre 0,1 mm, et Neptune ½ mm à 30 m...

Le système solaire est essentiellement vide !

BILAN SYSTÈME SOLAIRE

Le système solaire est composé d'une étoile, le SOLEIL,
et de l'ensemble des corps qui sont soumis à l'attraction gravitationnelle du soleil.

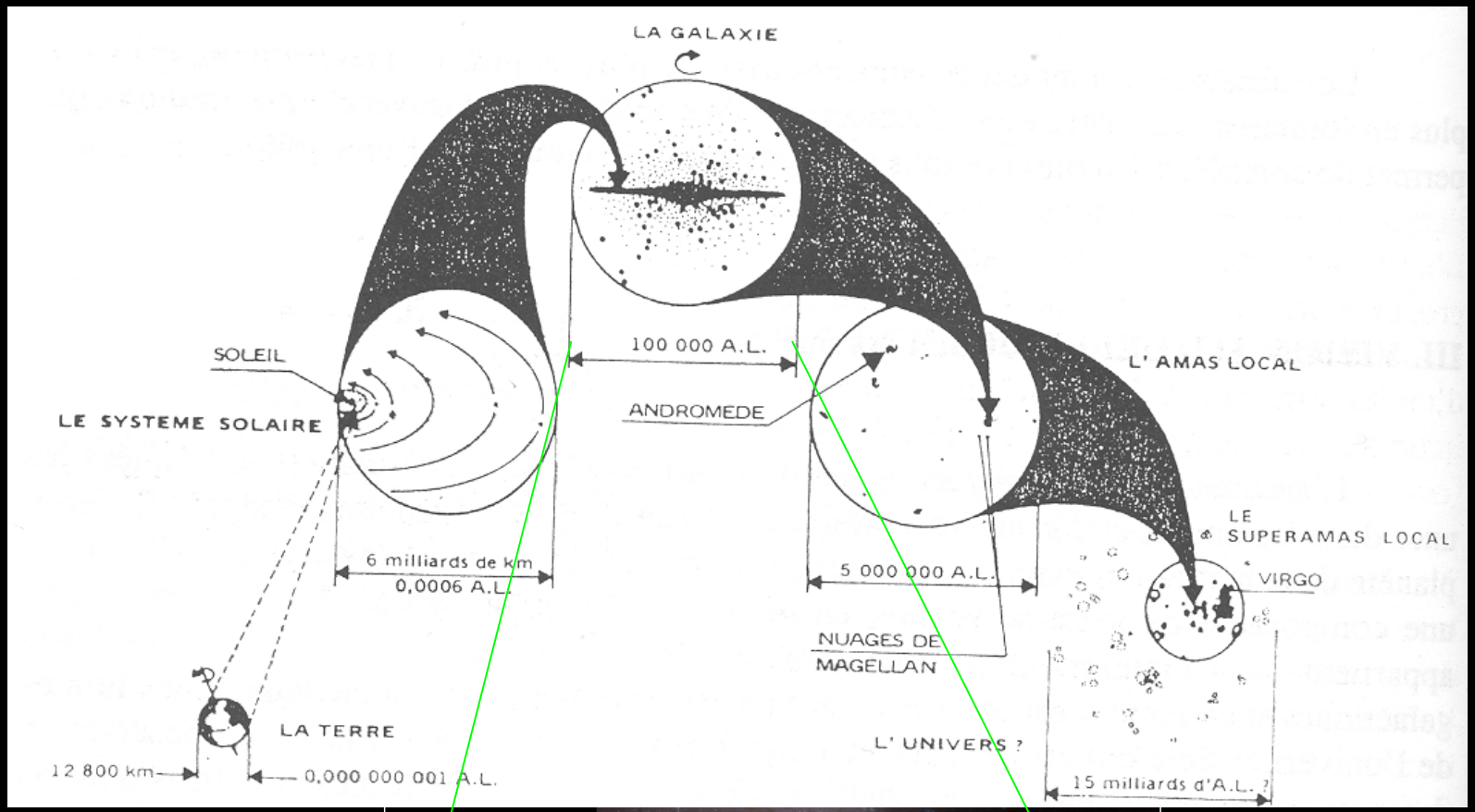
Cela s'étend jusqu'à 20 000 milliards de km, soit ~130 000 UA, ou 2 années-lumière.
1 année-lumière = distance parcourue par la lumière en un an, à la vitesse de 300 000 km/s = 10 000 000 000 000 km.

Terre-Lune = 1,3 seconde - lumière
Soleil-Terre = 8 min 20 sec - lumière
Soleil-Neptune = 4h 10 min - lumière.

Soleil – Proxima du Centaure = 4,3 années-lumière.

Le système solaire est essentiellement petit !

BILAN SYSTÈME SOLAIRE



Vous êtes ici,
en orbite autour
d'une étoile parmi les
~ 200 milliards
d'étoiles de la
Voie Lactée.

