

Calendrier

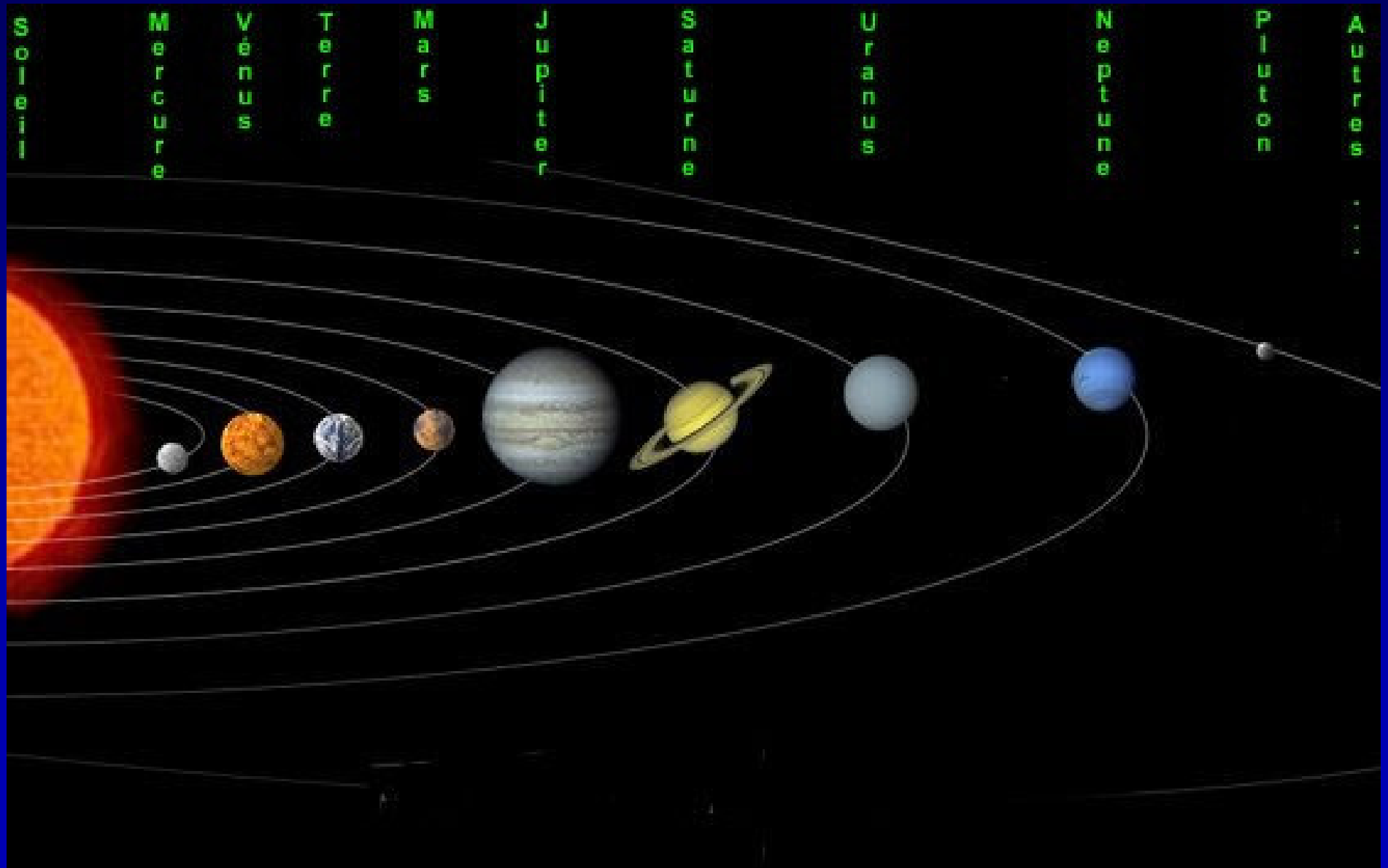
- Le système solaire – 1 (18 avril)
- Kepler, Galilée, Newton (2 mai)
- Le système solaire – 2 (23 mai)
- Vie et mort des étoiles (supprimée)

Le système solaire - 1

- Une promenade planétaire
- La Terre, le Soleil, les planètes.
- Lunes, astéroïdes et comètes

-- Voyage sur la Lune

Une promenade dans le système solaire



Une promenade planétaire.

Si on réduit le système solaire jusqu' à que le Soleil ait un diamètre de 30 cm :

Mercure (diamètre 1 mm) se trouve à 13 m

Venus (diam. 2.6 mm) se trouve à 23 m

La Terre (diam. 3 mm) est à 32 m

Mars (diam. 1.5 mm) est à 49 m

... promenade

On traverse une bande de sable (la ceinture des astéroïdes), et ensuite :

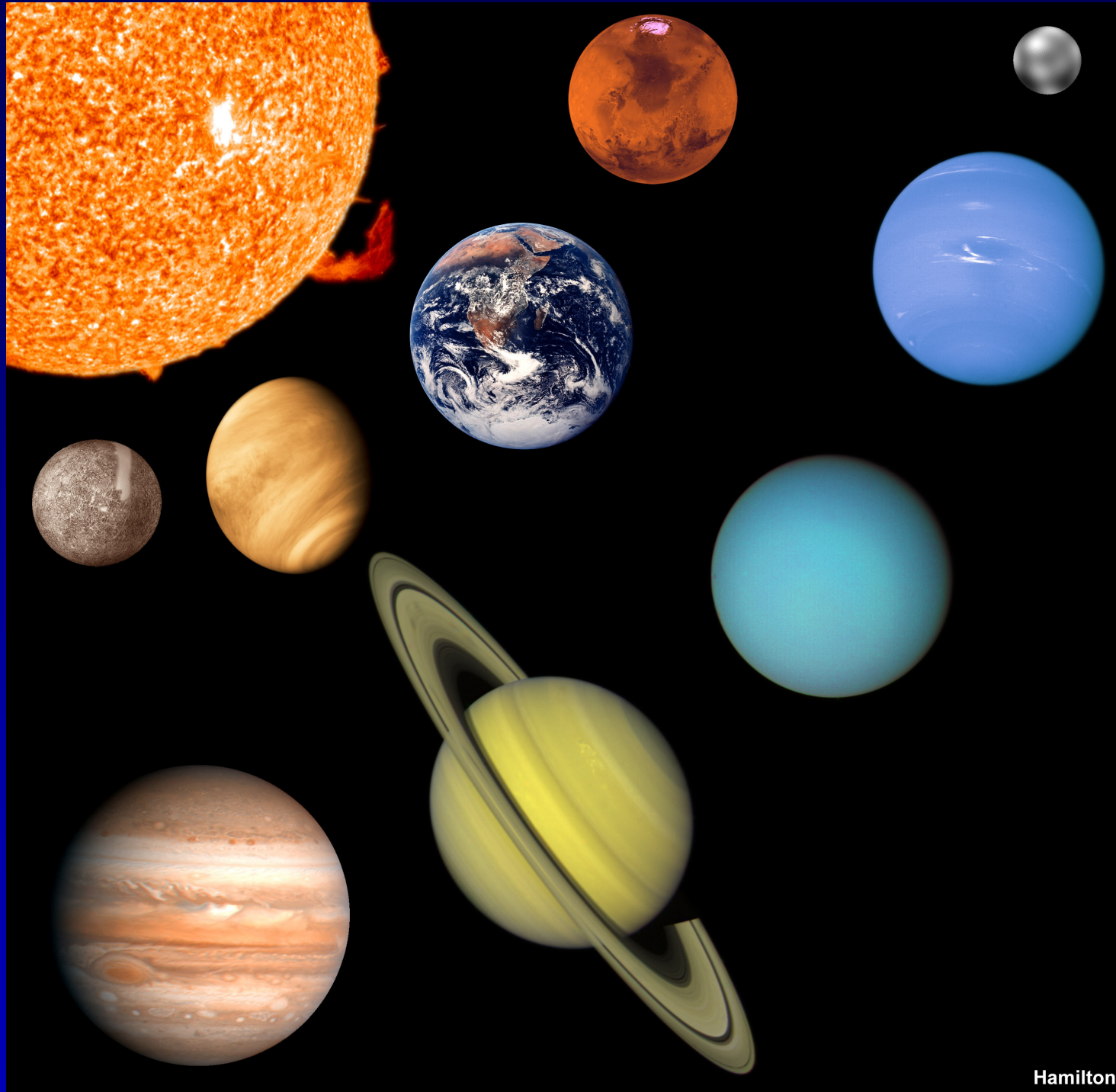
Jupiter	(diam. 30 mm)	est à 170 m
Saturne	(diam. 26 mm)	est à 310 m
Uranus	(diam. 11 mm)	est à 620 m
Neptune	(diam. 11 mm)	est à 980 m
Pluton	(diam. 0.5 mm)	est à 1280 m

... promenade

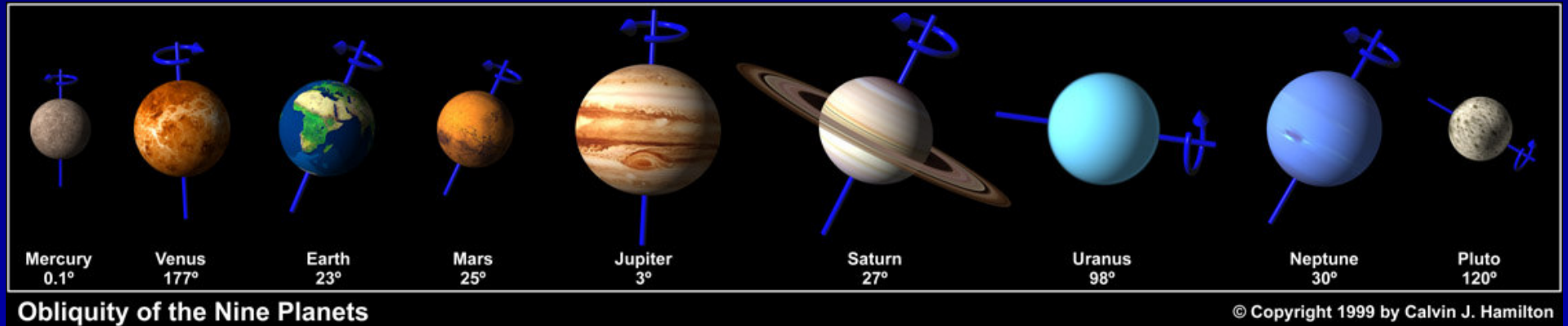
L'étoile la plus proche, Proxima Centauri, serait à 8650 km (4,2 a.l.)

Paradoxe : l'espace autour du soleil est pratiquement « vide », en dépit des myriades de petits corps errants (astéroïdes, comètes, simples cailloux).

L'aspect des planètes



Inclinaison de l'axe de rotation sur le plan de l'écliptique.



Familles de planètes

Soleil



- 1
- 2
- 3
- 4

Astéroïdes



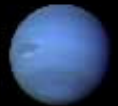
5



6



7



8

9

4 planètes telluriques, petites mais de densité assez élevée (fer et roche), leur rotation autour de leur axe est lente, leurs satellites sont peu nombreux.

4 planètes gazeuses géantes, constituées d'hydrogène (H₂) et de Hélium (He). Elles ont une densité moins élevée, une grande vitesse de rotation, des anneaux et beaucoup de lunes.

1 caillou, Pluton (2/3 de la Lune).



← 12.750 ± 20 km →

La Terre

Distance du Soleil : 1 u.a.

Période de révolution:
1 an

Période de rotation :
24 heures

Atmosphère

N₂ (78%)

O₂ (21%)

CO₂ (0.03%)

HO₂ (...%)

Température

-80 ÷ 55 °C (~15 °C)



La Terre...

Densité (gr/cm³)
5.5

Masse (M_T)
1

Gravité (g)
1

Lunes
1

Inclinaison de l'axe
23.5 °

Unités relatives

Pour décrire le **système solaire**, nous utiliserons comme unités les dimensions terrestres :

Diamètre de la Terre : Φ_T (12.750 \pm 20km)

Distance Terre-Soleil : 1 u.a. = 150 M km

Année terrestre (tropique) : 1 an = 365 j 1/4

Jour terrestre : 24 h

Unités relatives

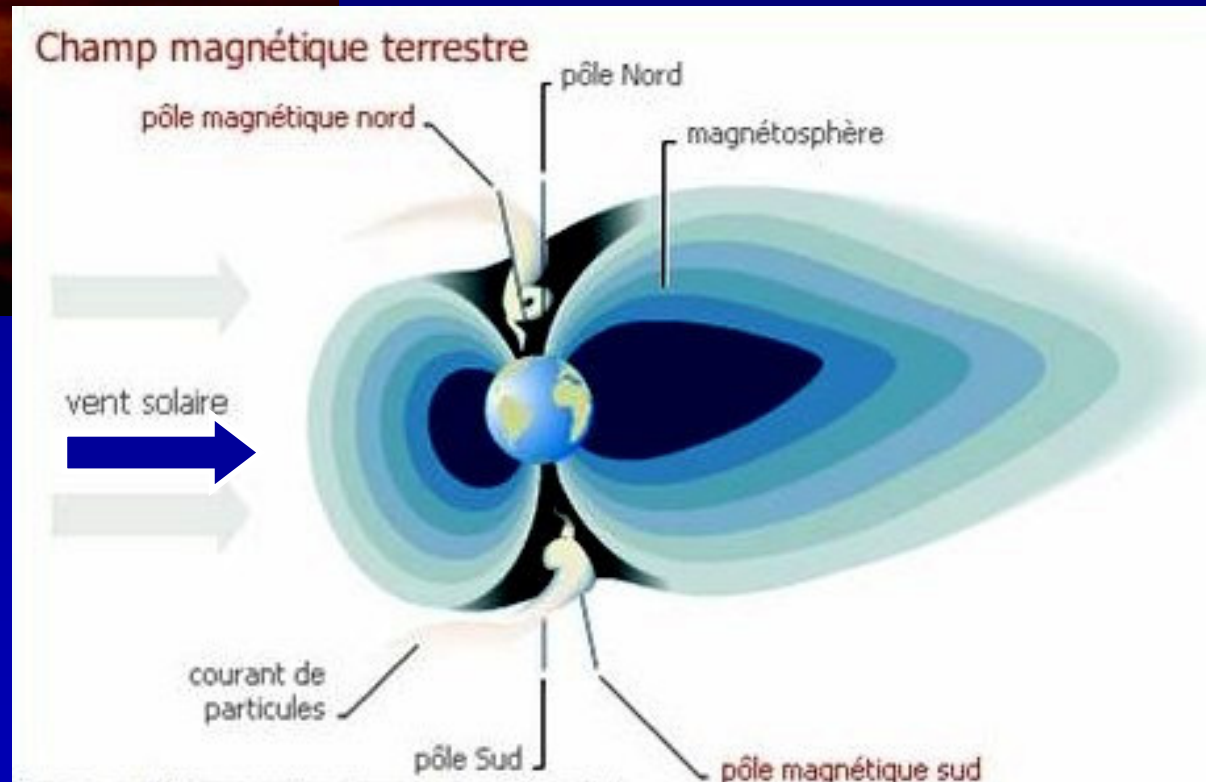
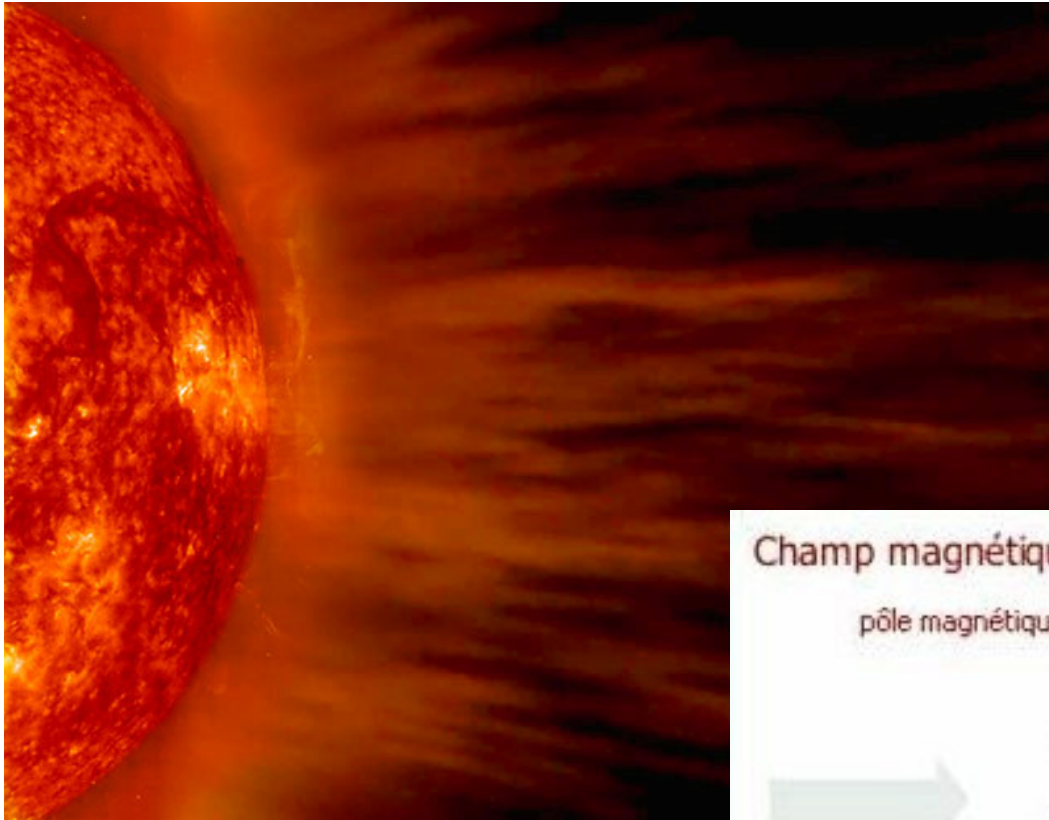
Et aussi :

Masse de la Terre : M_T (6×10^{24} kg)

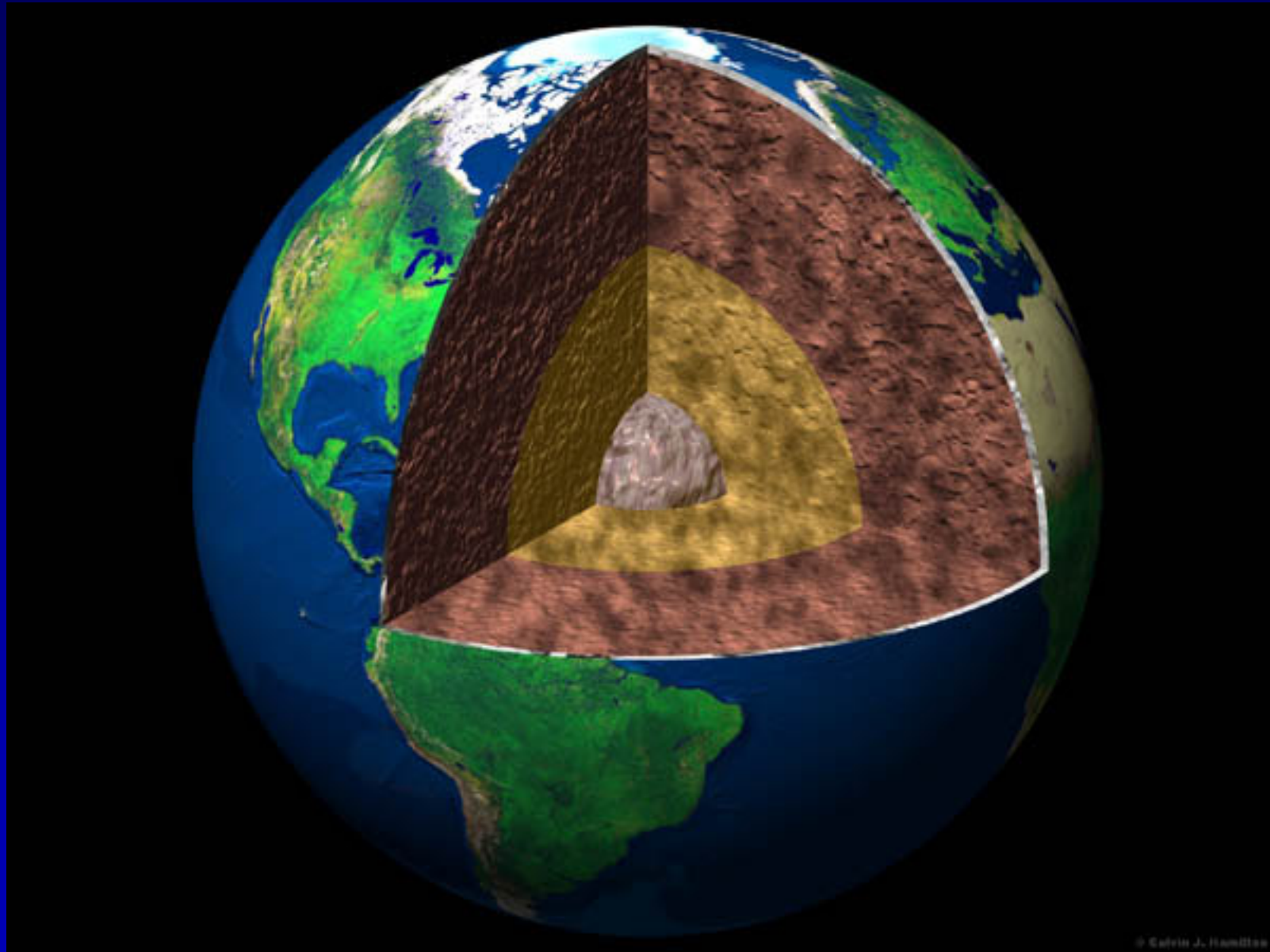
Gravité terrestre : g

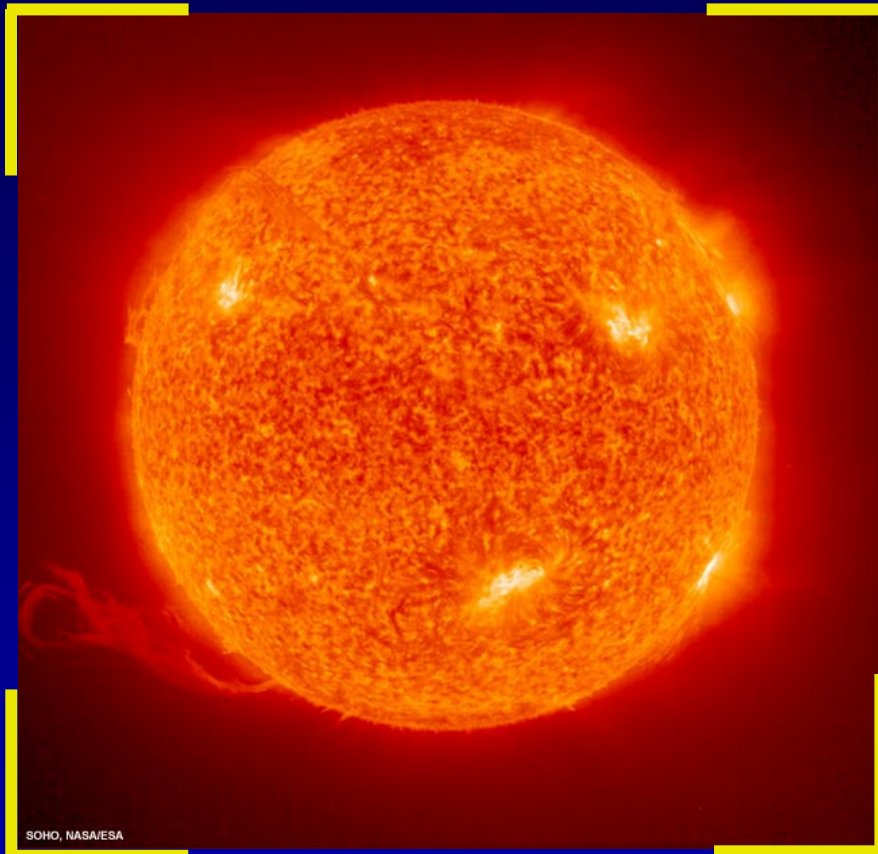
1 atmosphère : 760 mm Hg (ou 1 bar)

Le " vent " solaire



Composition de la Terre





← 109 Φ_T →

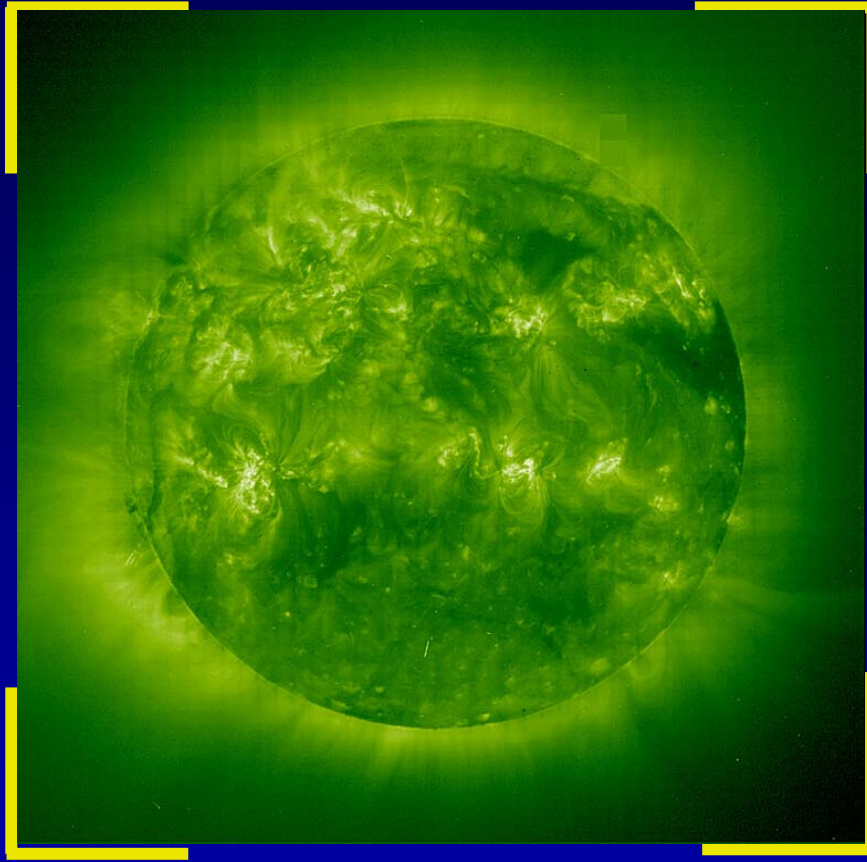
Distance de la Terre
150 Mkm (1 u.a.)

Période de rotation
25.5 jours

Composition
91% H₂, 9% He

Température externe
5.500 °C

Le Soleil



← 1.5 Mkm →

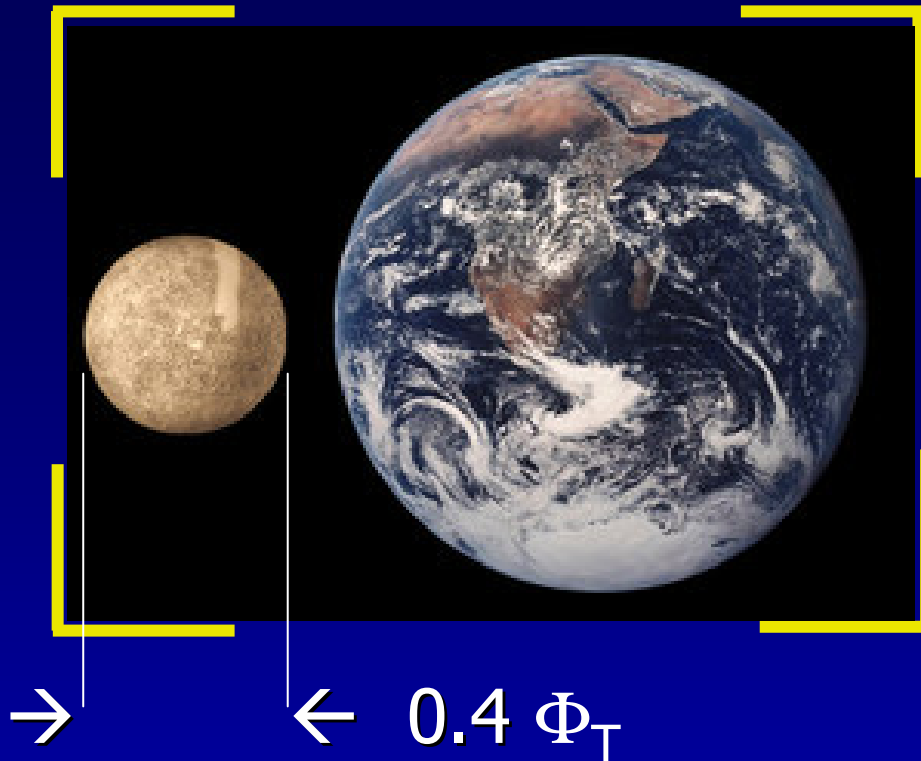
Densité (eau=1)
1.4

Masse
333.000 M_{T}

Gravité
28 g

Planètes
9 (ou plus)

Le Soleil...



Distance du Soleil
0.4 u.a.

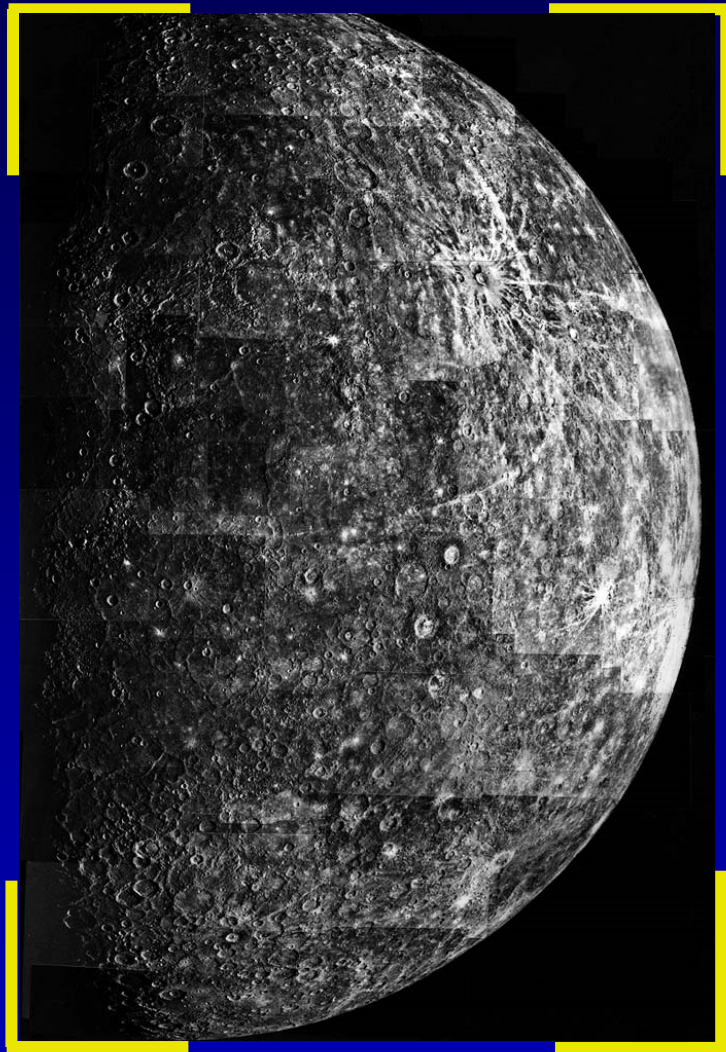
Période de révolution
88 jours

Période de rotation
59 jours

Composition
80 % Ni-Fe, 20% roche

Température
-180 ÷ 430 °C

Mercure



Densité (gr/cm³)

5.4

Masse (M_T)

0.05

Gravité

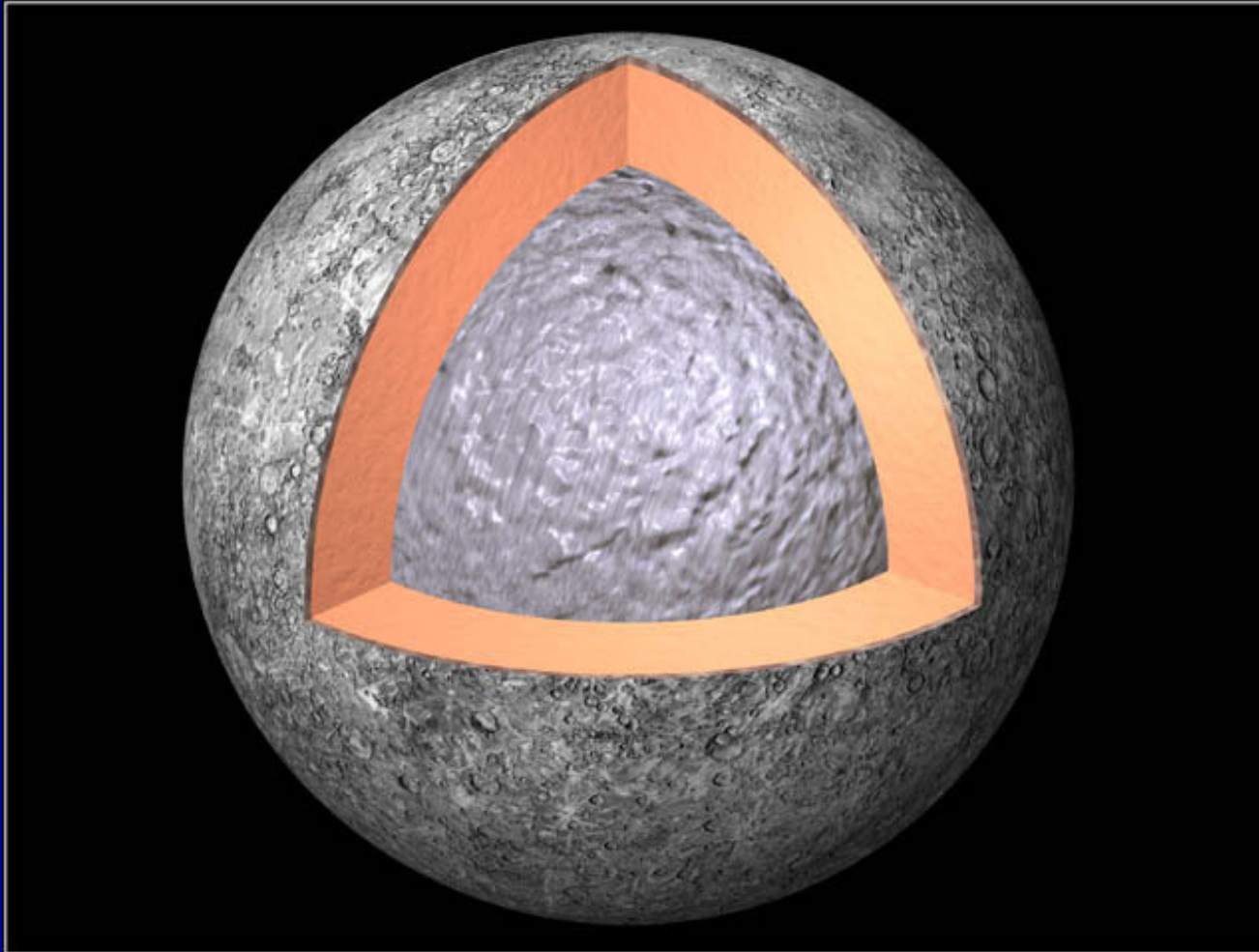
0.4 g

Lunes

0

Mercure

Composition de Mercure, 80 % fer-nickel, 20% roche



The Interior of Mercury

© Copyright Calvin J. Hamilton



$0.95 \Phi_T$



Venus

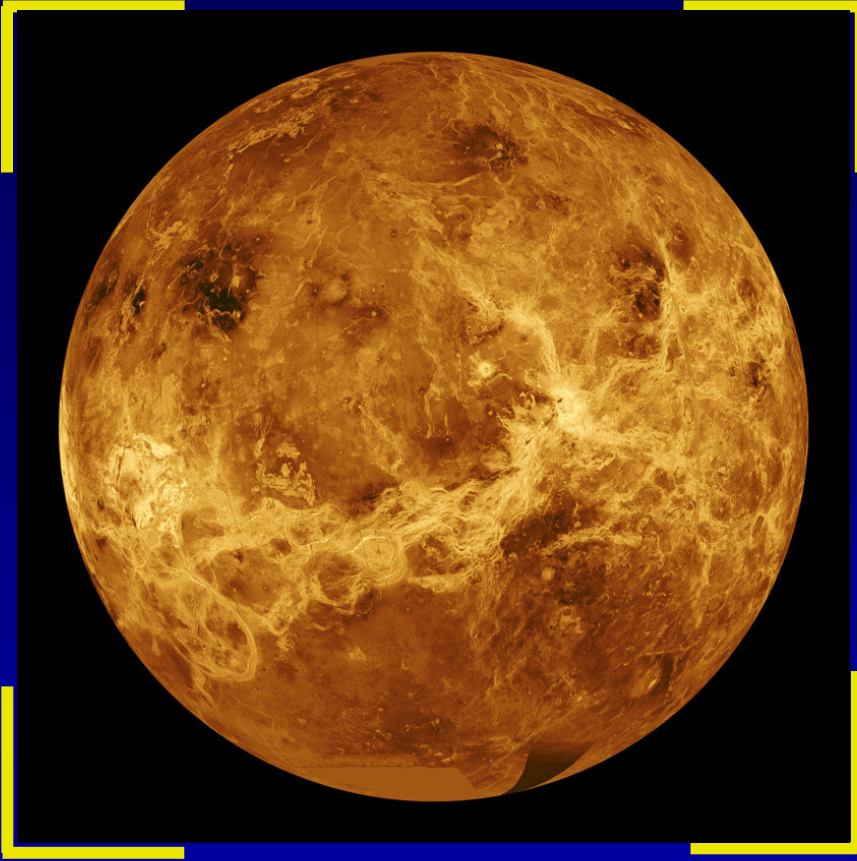
Distance du Soleil
0.7 u.a.

Période de révolution
7 mois 1/2

Période de rotation
243 jours

Atmosphère
CO₂ (96 atm)

Température
465 °C



Densité (gr/cm³)
5.25

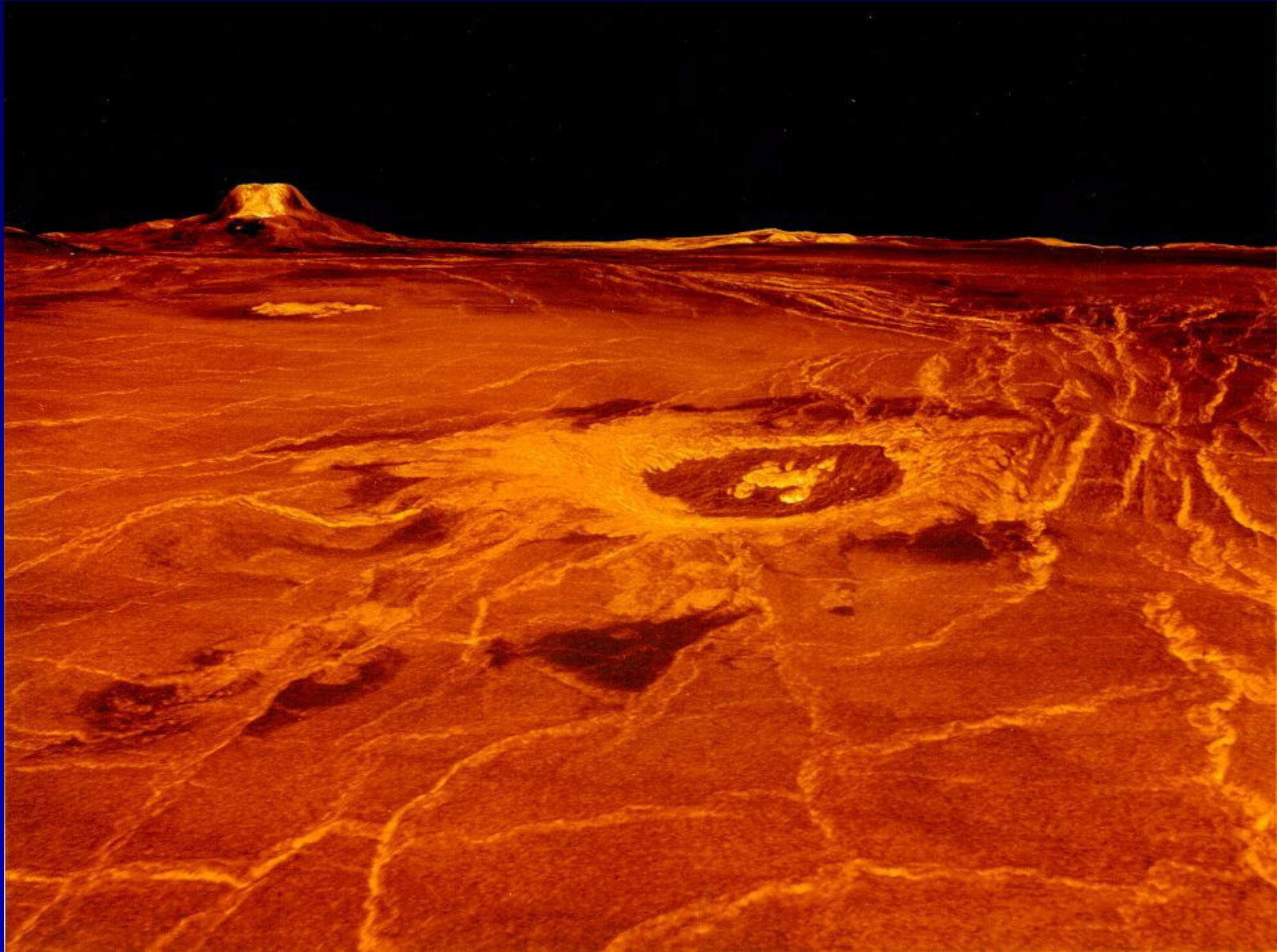
Masse (M_T)
0.8

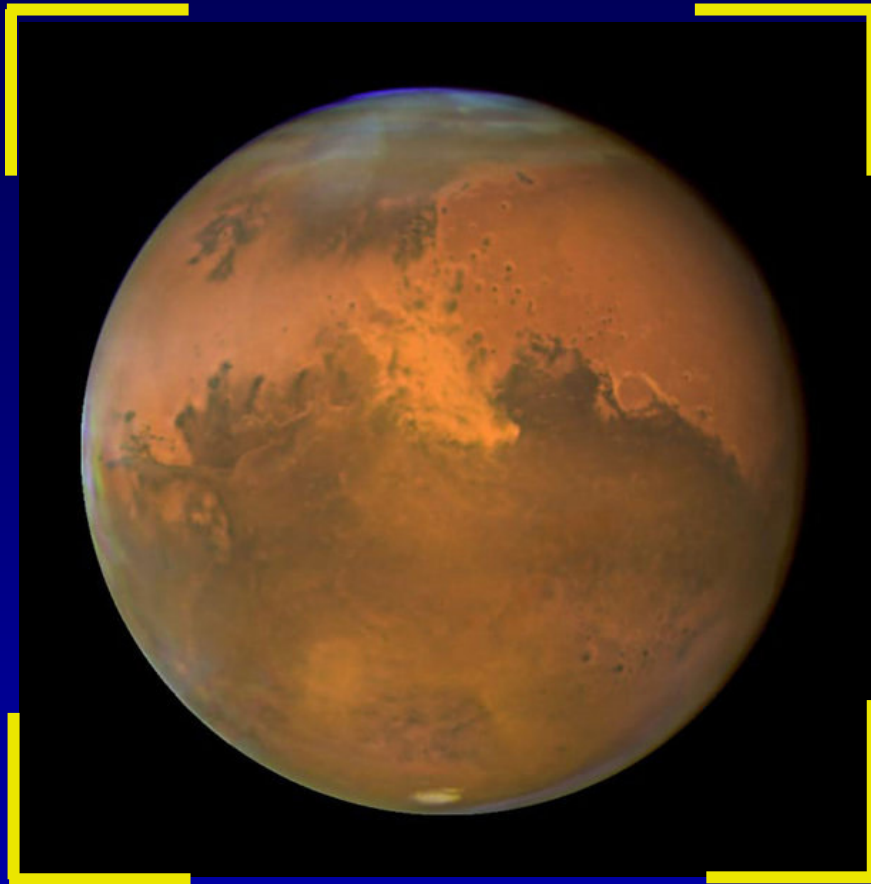
Gravité (g)
0.9

Lunes
0

Venus...

Venus au radar





← 0.53 Φ_T →

Mars

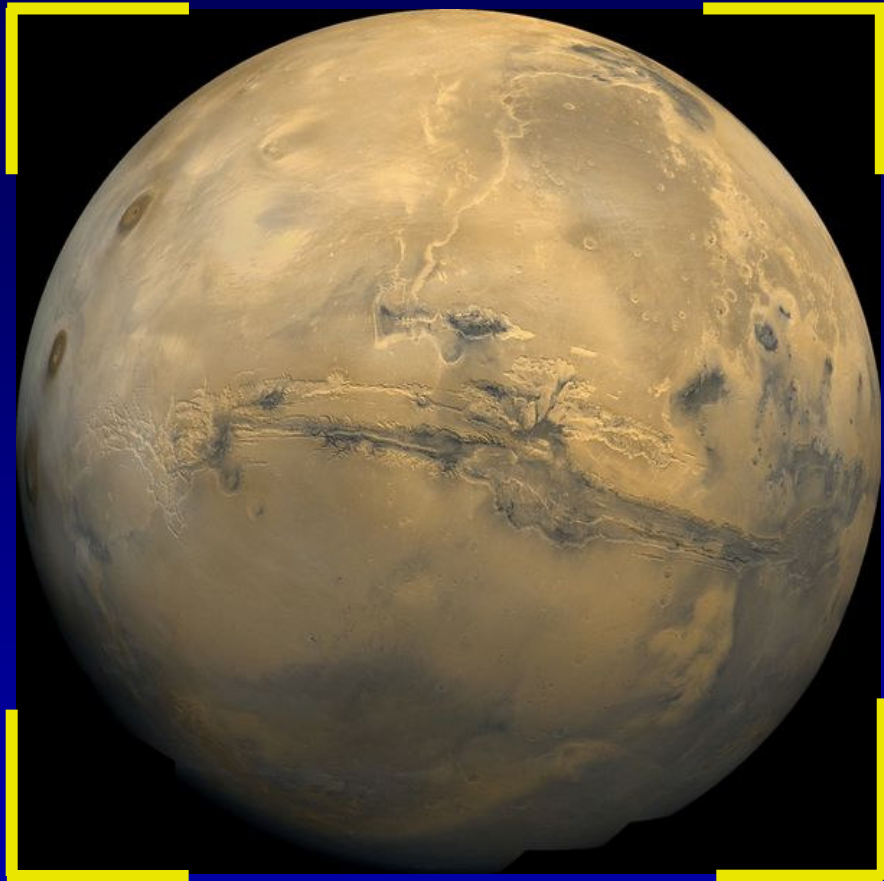
Distance du Soleil
1.5 u.a.

Période de révolution
1.9 ans

Période de rotation
1.03 jours

Atmosphère
CO₂ (1/100 atm)

Température
-82 ÷ 0 °C (-65 °C)



Mars...

Densité (gr/cm^3)

4

Masse (M_T)

1/10

Gravité (g)

0.4

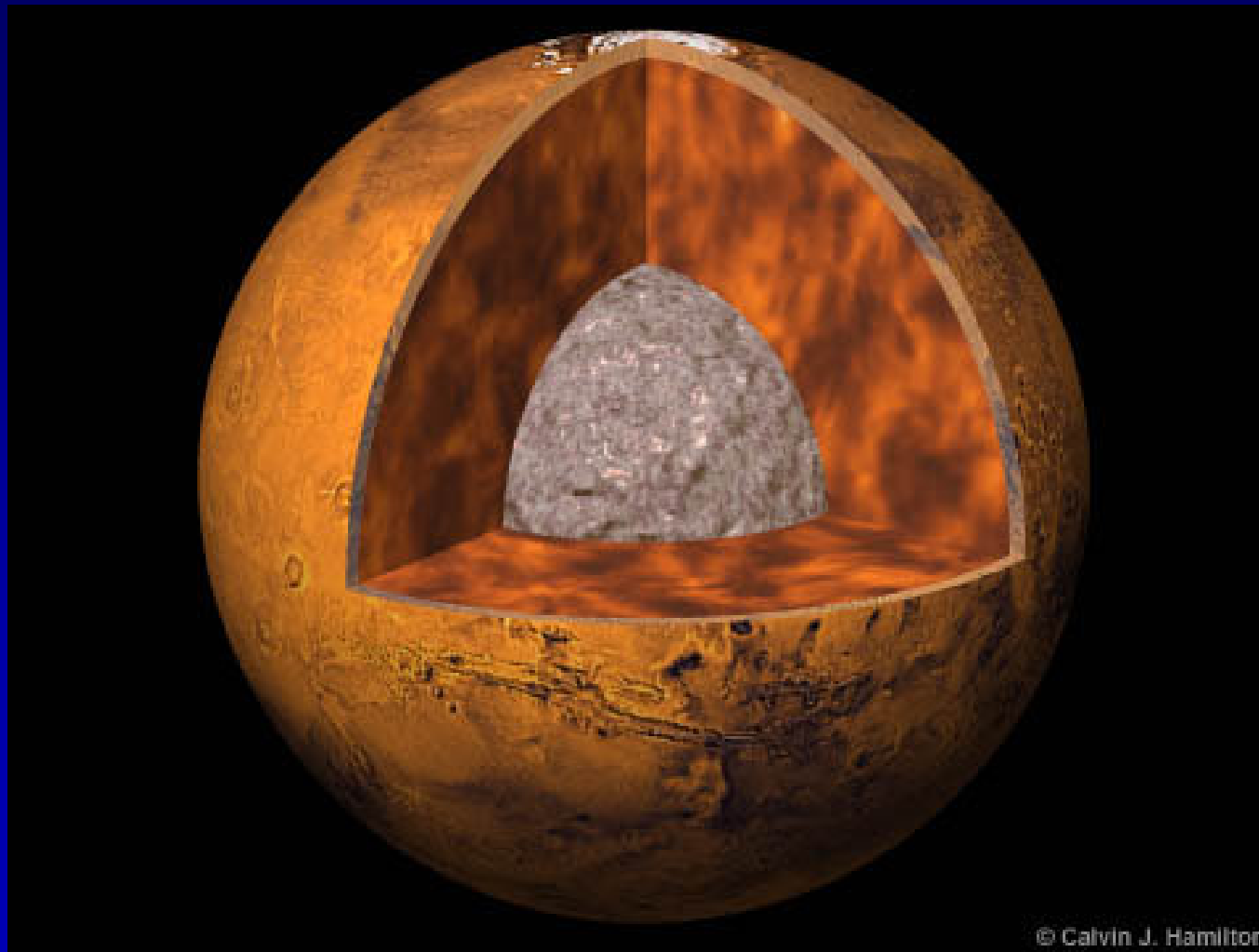
Lunes

2

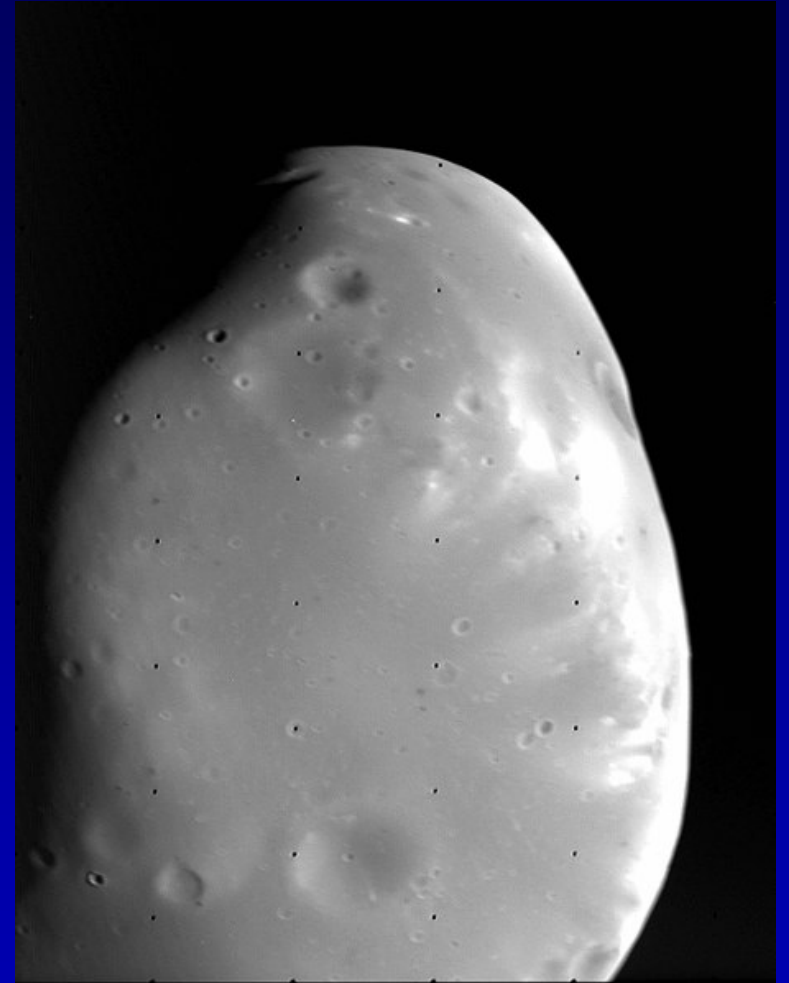
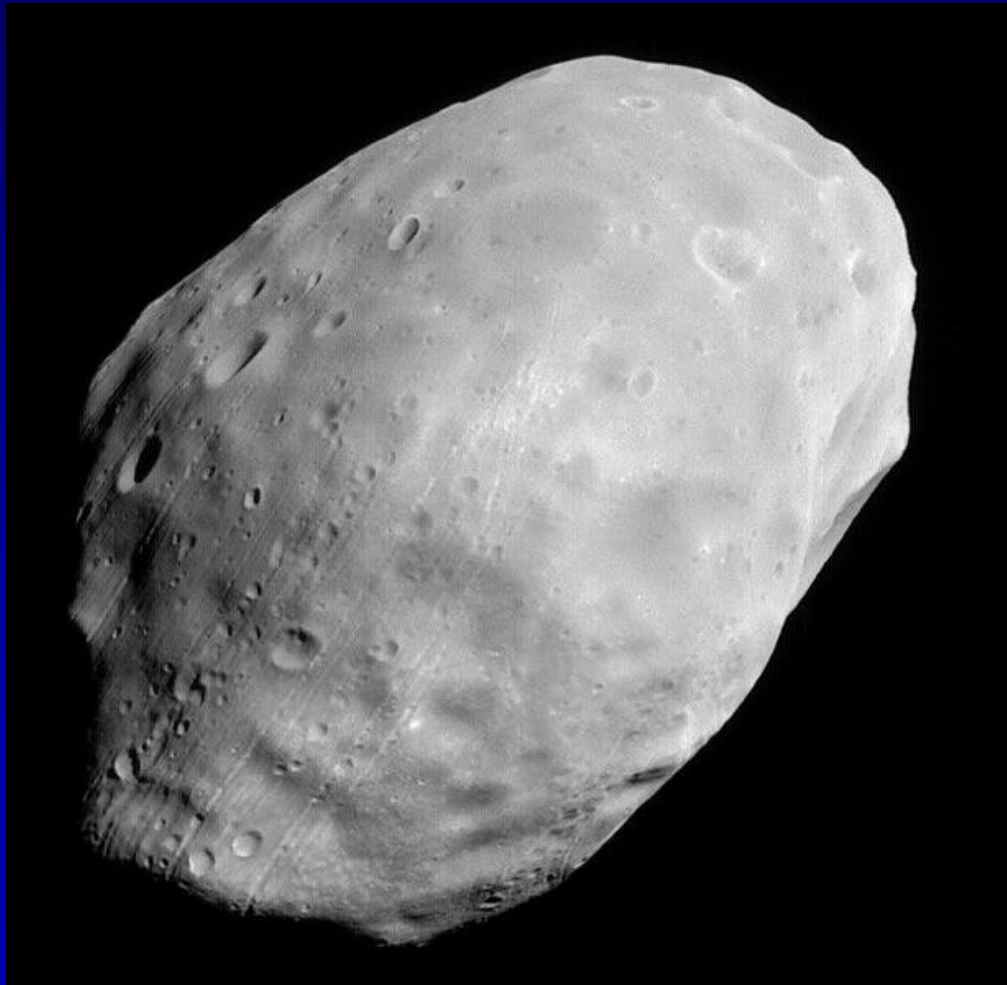
Inclinaison de l'axe

24 °

Composition de Mars, incertaine



Phobos et Deimos



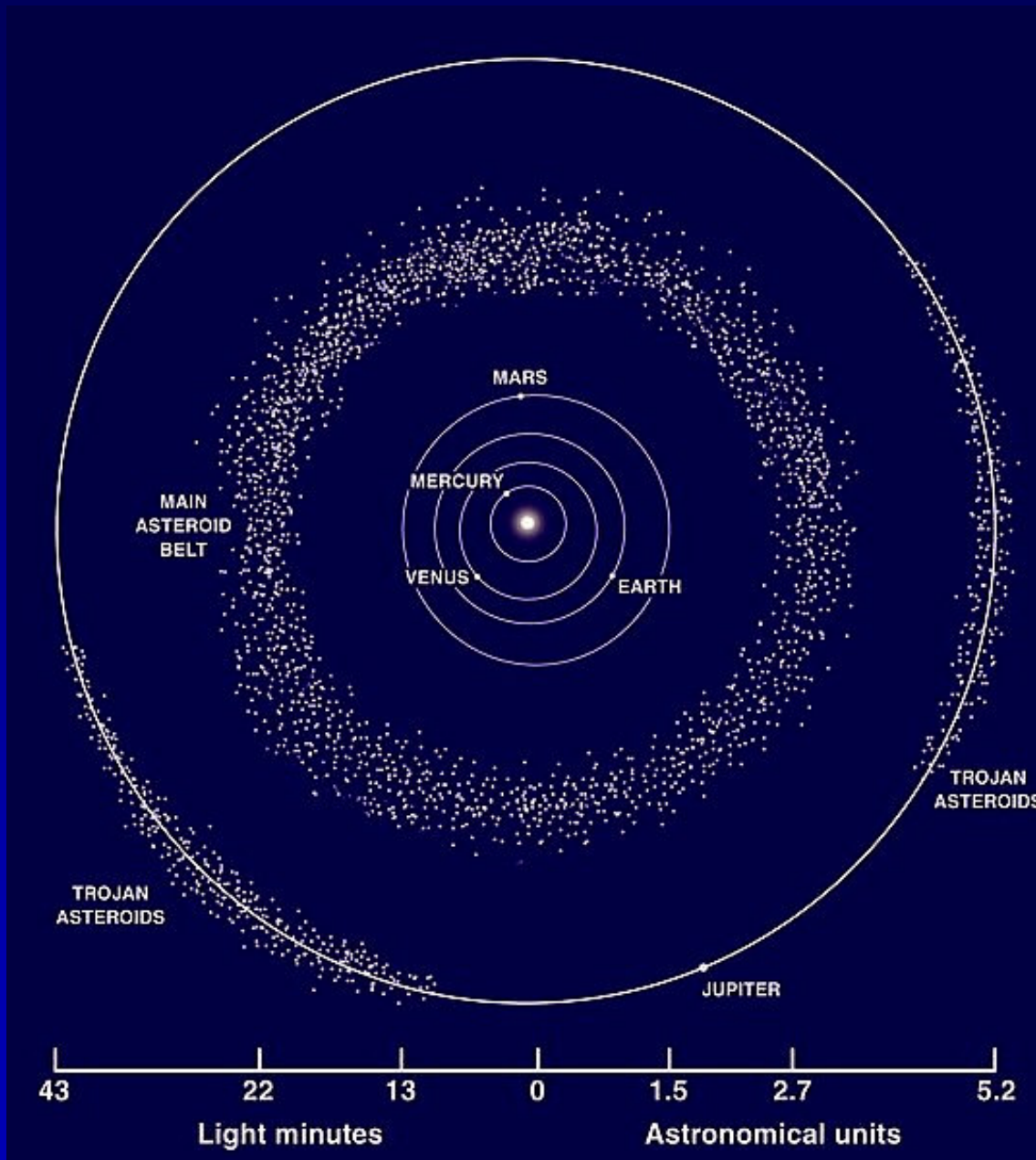
Astéroïdes

Ceinture principale
entre 2 et 4 u.a.
(max. diam. 1000 km)

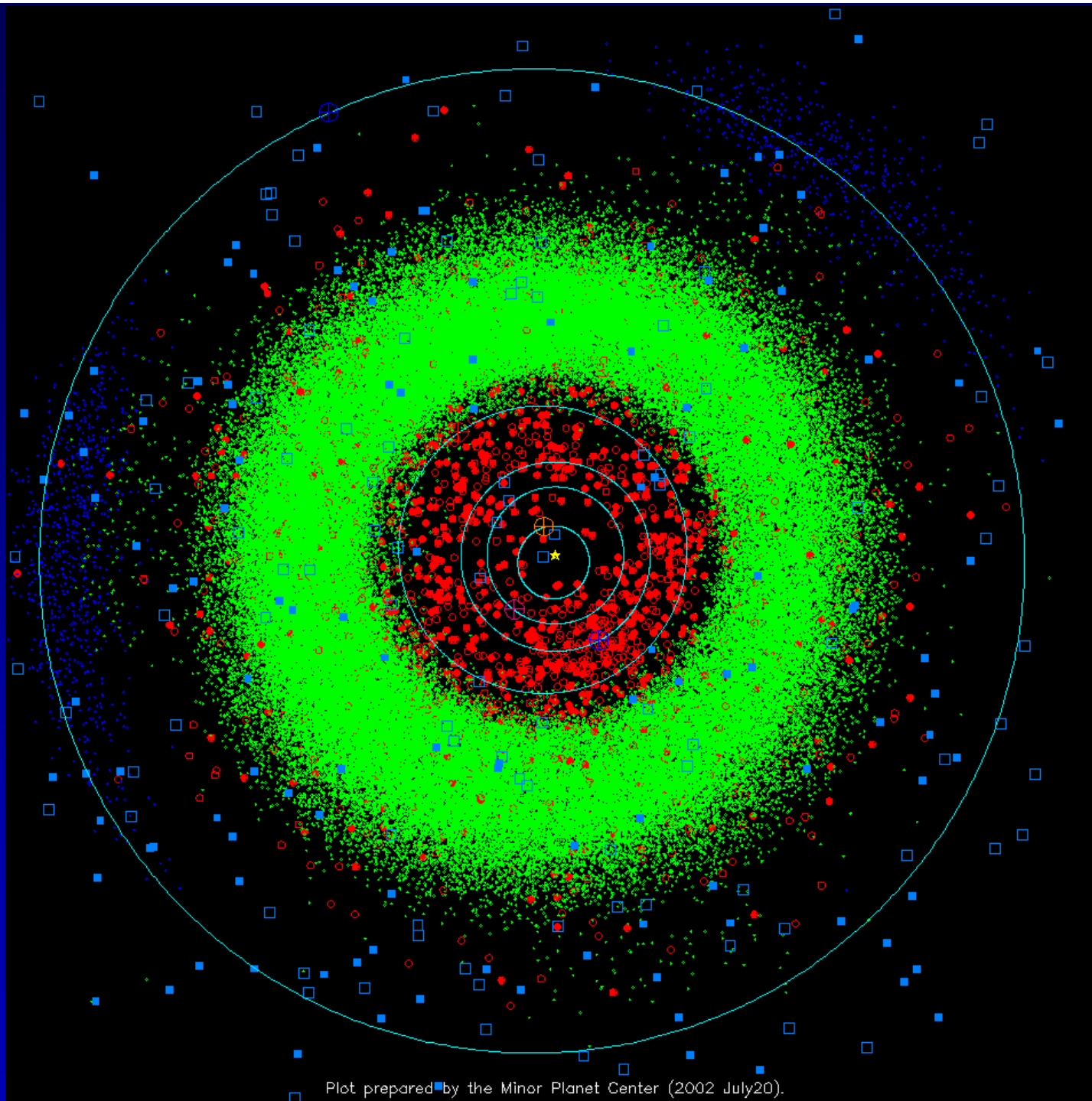
Cérès (Piazzi 1801)
Pallas (Olbers 1802)
Junon (Harding 1803)

...

Des centaines de
milliers; leur masse
totale équivaut à la
masse de la Lune.



Débris dans le système solaire



Ceinture des Astéroïdes, entre 2 et 4 u.a.

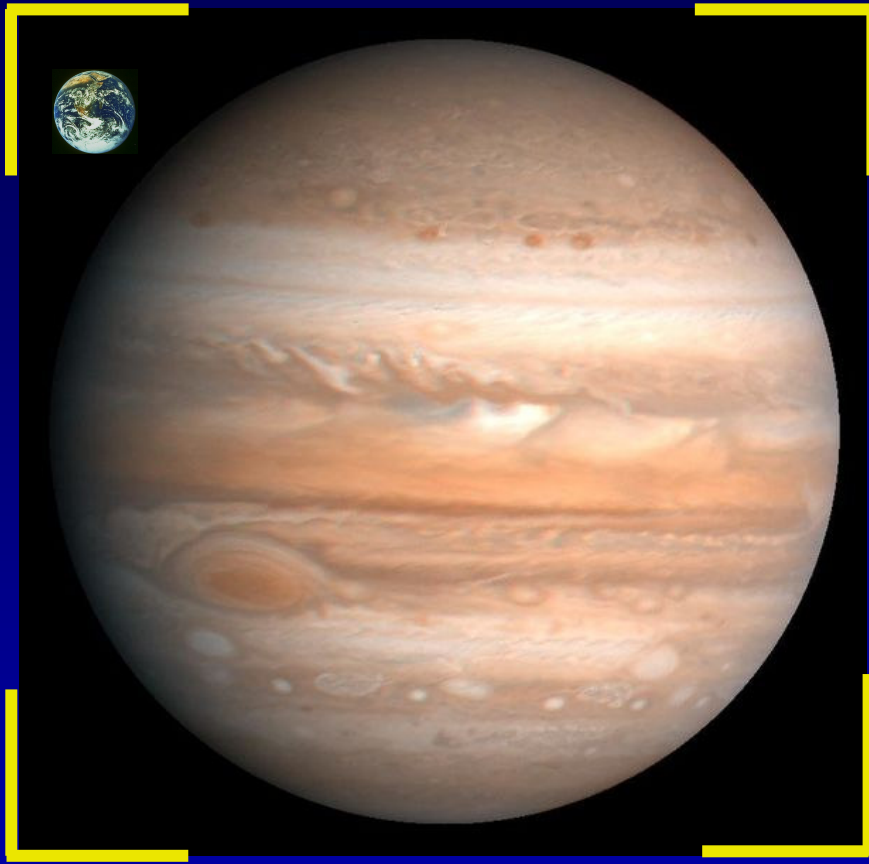


L'astéroïde 243 Ida
photographié en 1993 par la
sonde Galileo.

Liaison Agency/Jet Propulsion Laboratory

Le 14 février 2000, la sonde
NEAR-Shoemaker est mise
en orbite autour de
l'astéroïde 433 Éros





11.2 Φ_T



Jupiter

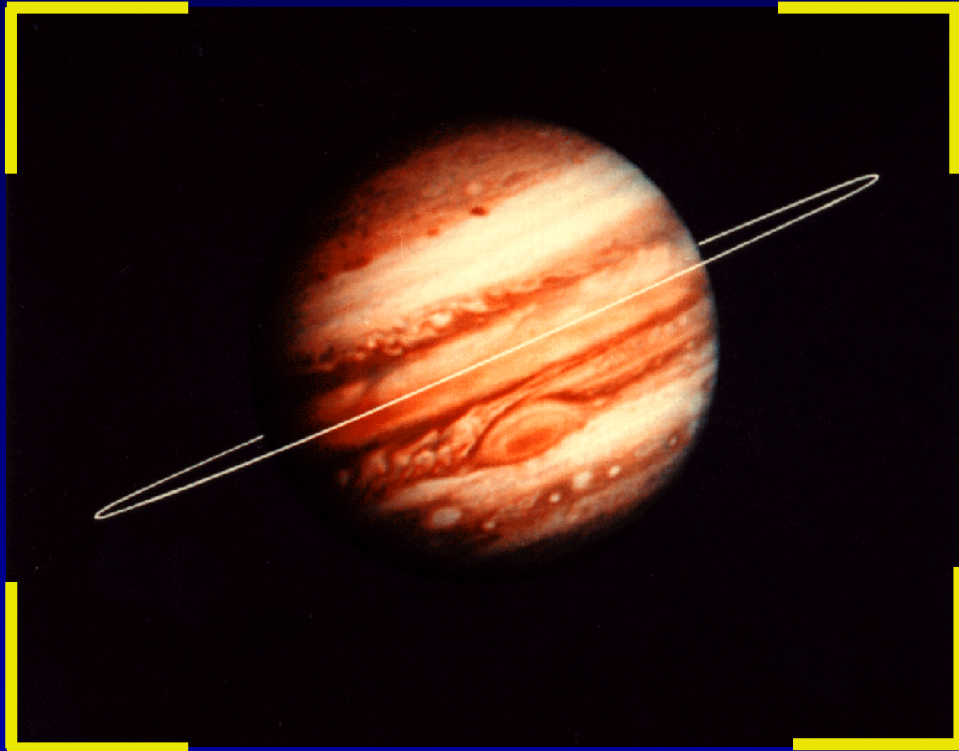
Distance du Soleil
5.2 u.a.

Période de révolution
12 an

Période de rotation
9.8 heures

Atmosphère
 $H_2 + He$

Température
-150 °C



Densité (gr/cm³)

1.3

Masse (M_T)

318

Gravité (g)

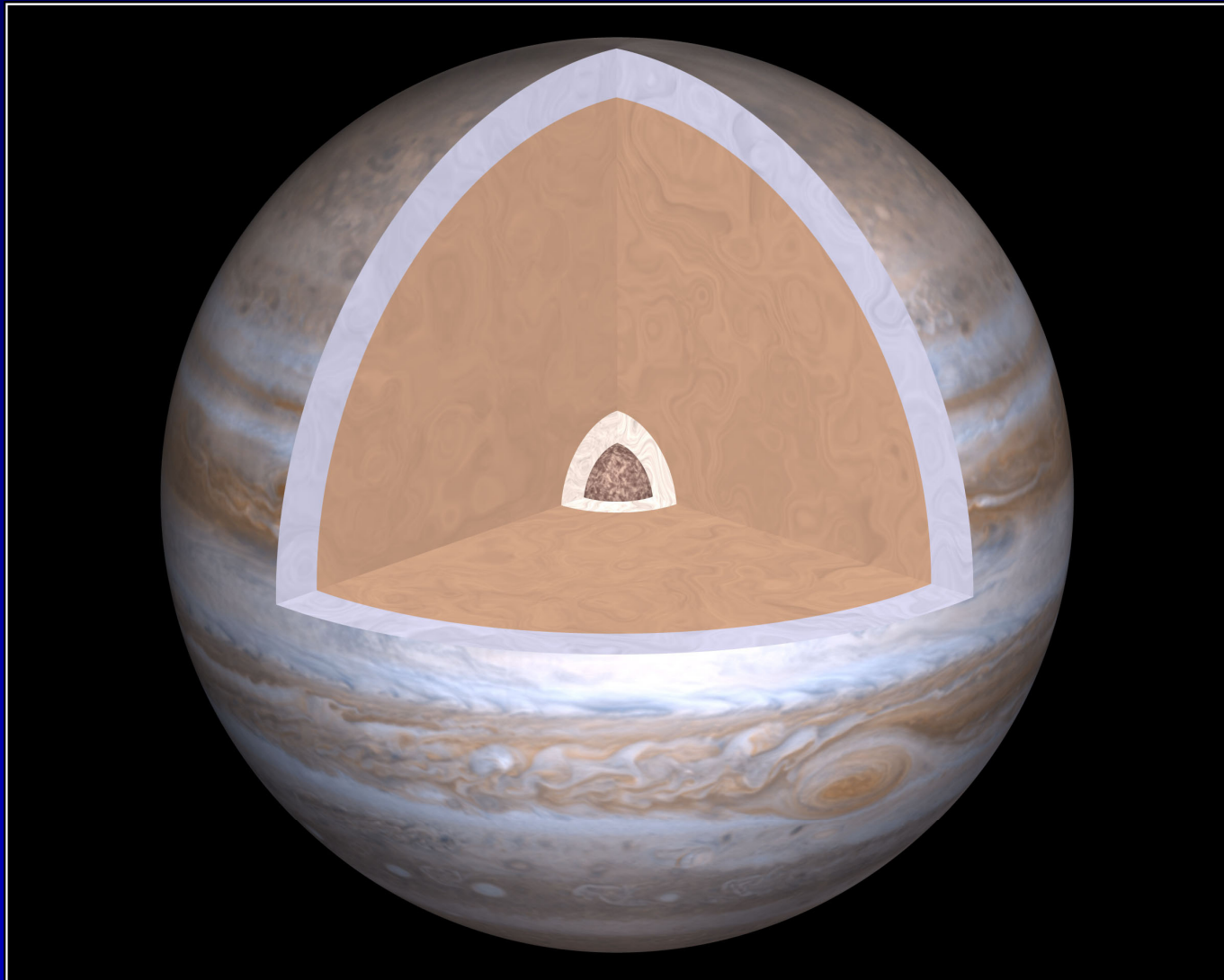
2.6

Lunes

~ 60

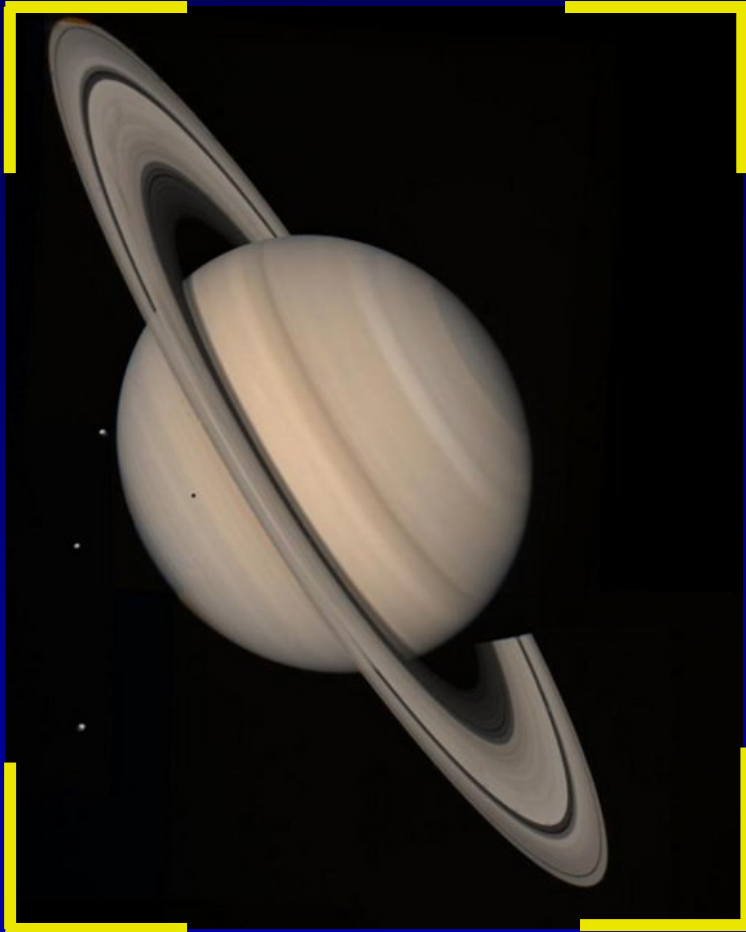
Jupiter...

Composition de Jupiter, hydrogène gazeux, liquide, métallique || glace, noyau.



The Interior of Jupiter

© Copyright Calvin J. Hamilton



← 9.4 Φ_T →

Saturne

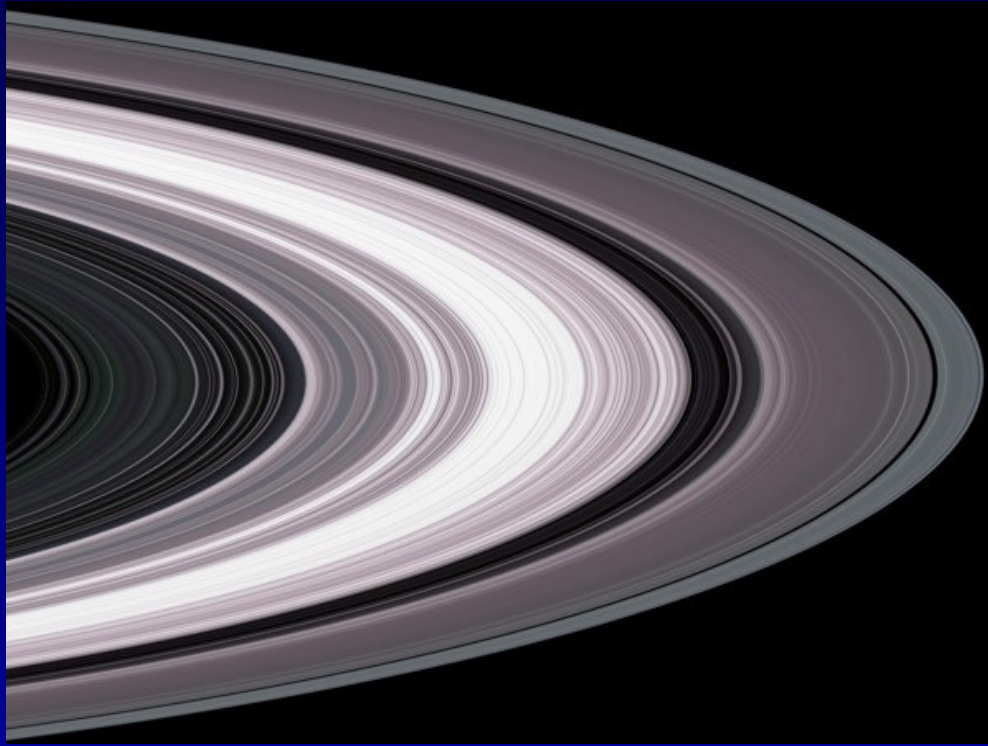
Distance du Soleil
9.5 u.a.

Période de révolution
30 ans

Période de rotation
9.5 heures

Atmosphère
 $H_2 + He$

Température
-170 °C



Saturne..

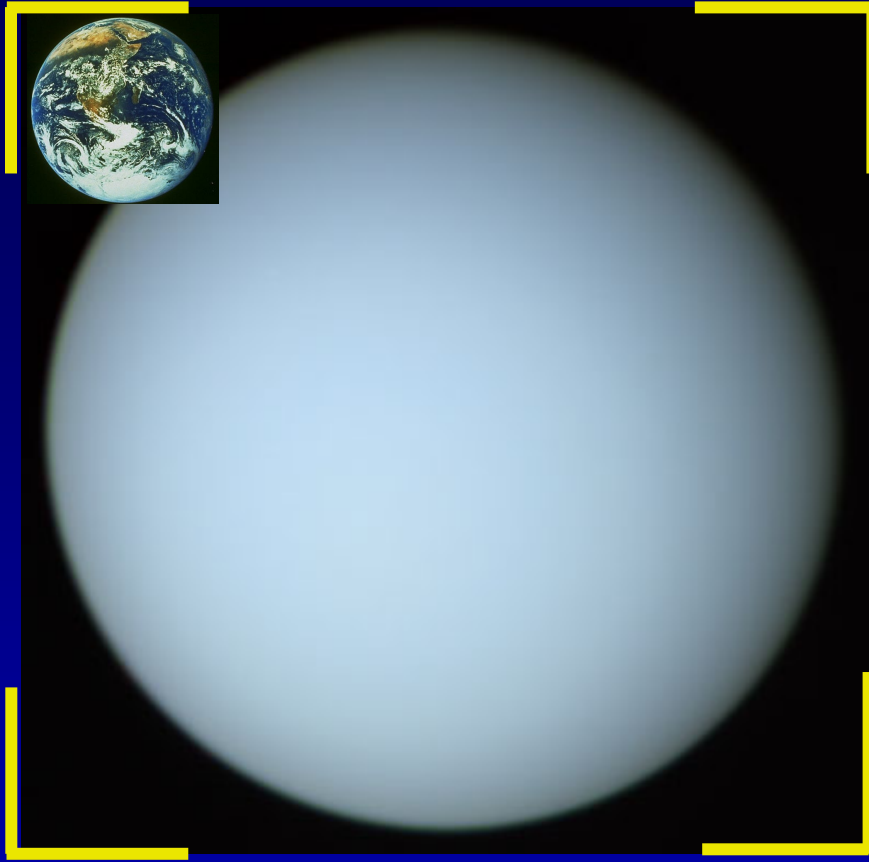
Densité (gr/cm³)
0.7

Masse (M_T)
95

Gravité (g)
0.9

Lunes
~ 30

Inclinaison de l'axe
27 °



Uranus

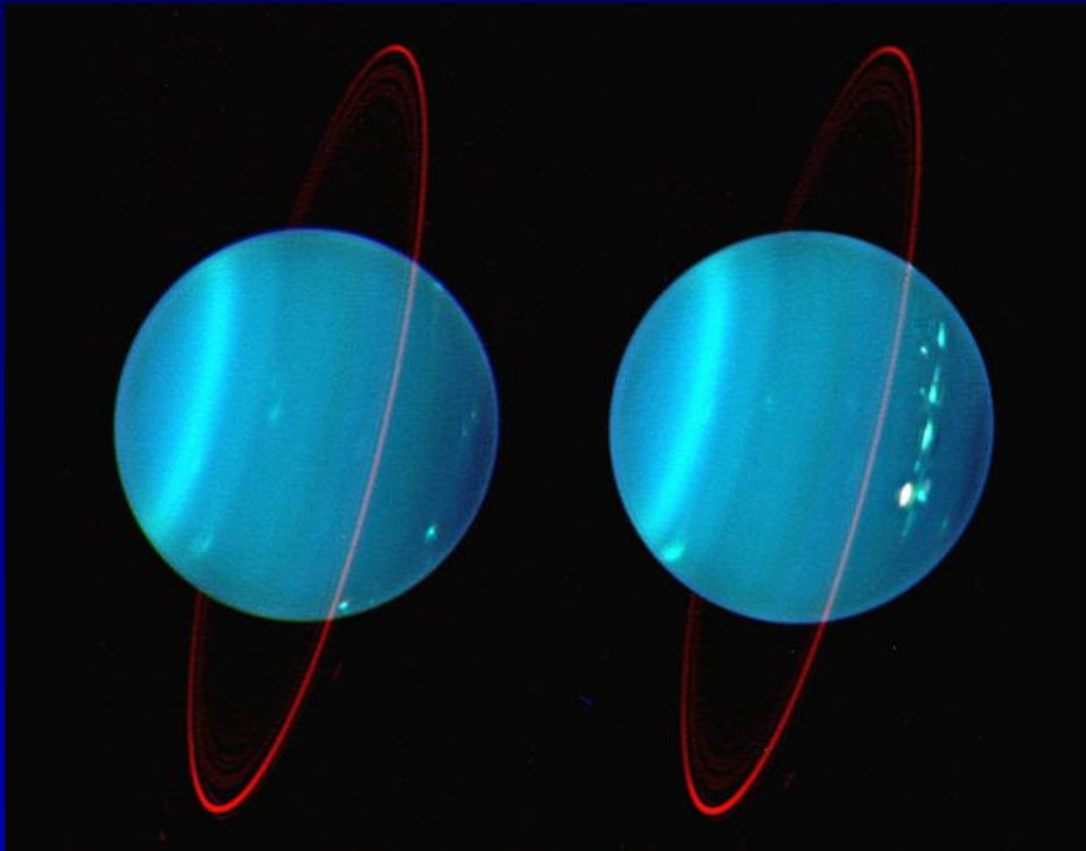
Distance du Soleil
19 u.a.

Période de révolution
84 ans

Période de rotation
18 heures

Atmosphère
 $H_2 + He$

Température
-200 °C



Uranus

avec ses anneaux

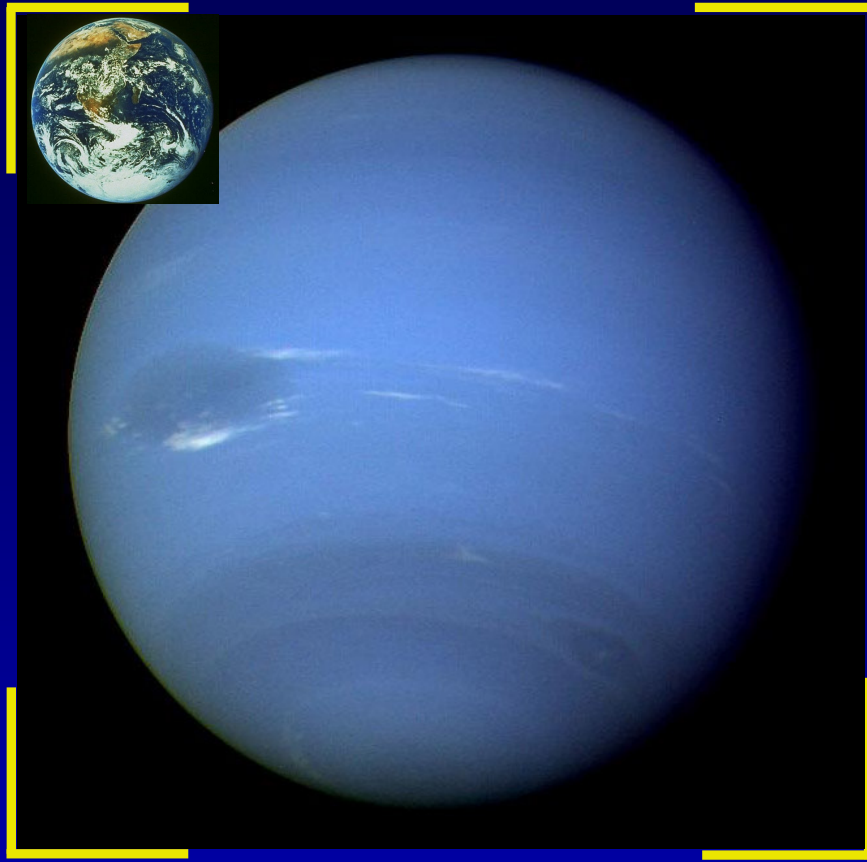
Densité (eau = 1)
1.2

Masse (M_T)
15

Gravité (g)
0.9

Lunes
 ~ 30

Inclinaison de l'axe
 98°



Neptune

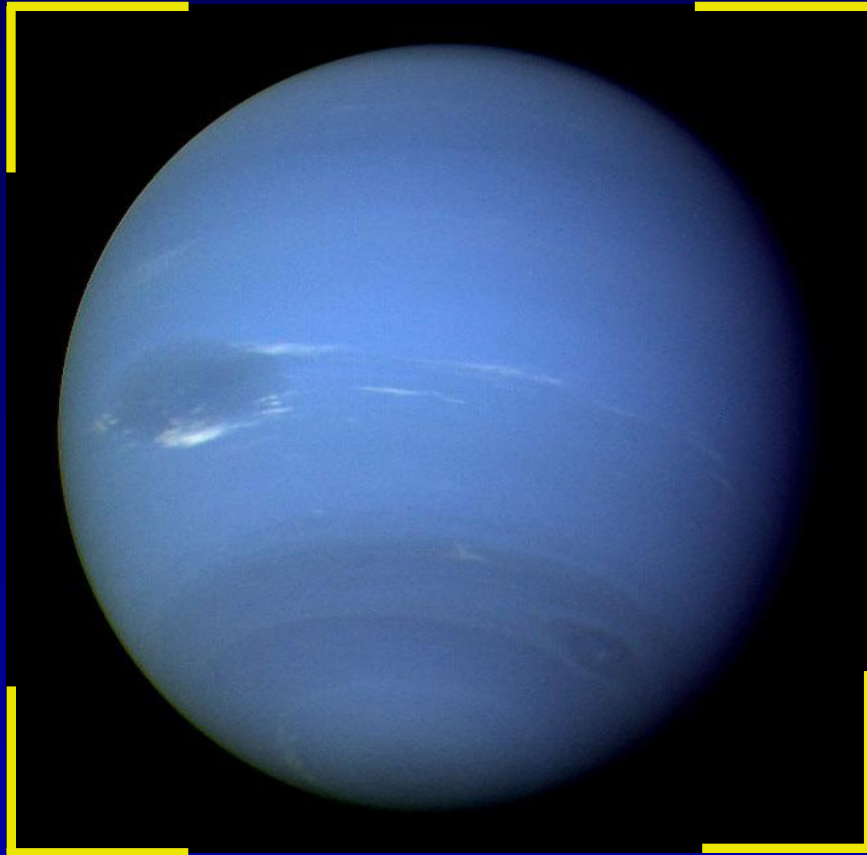
Distance du Soleil
30 u.a.

Période de révolution
165 ans

Période de rotation
17.2 h

Atmosphère
 $H_2 + He$

Température
-210 °C



Neptune...

Densité (eau=1)
1.7

Masse (M_T)
17

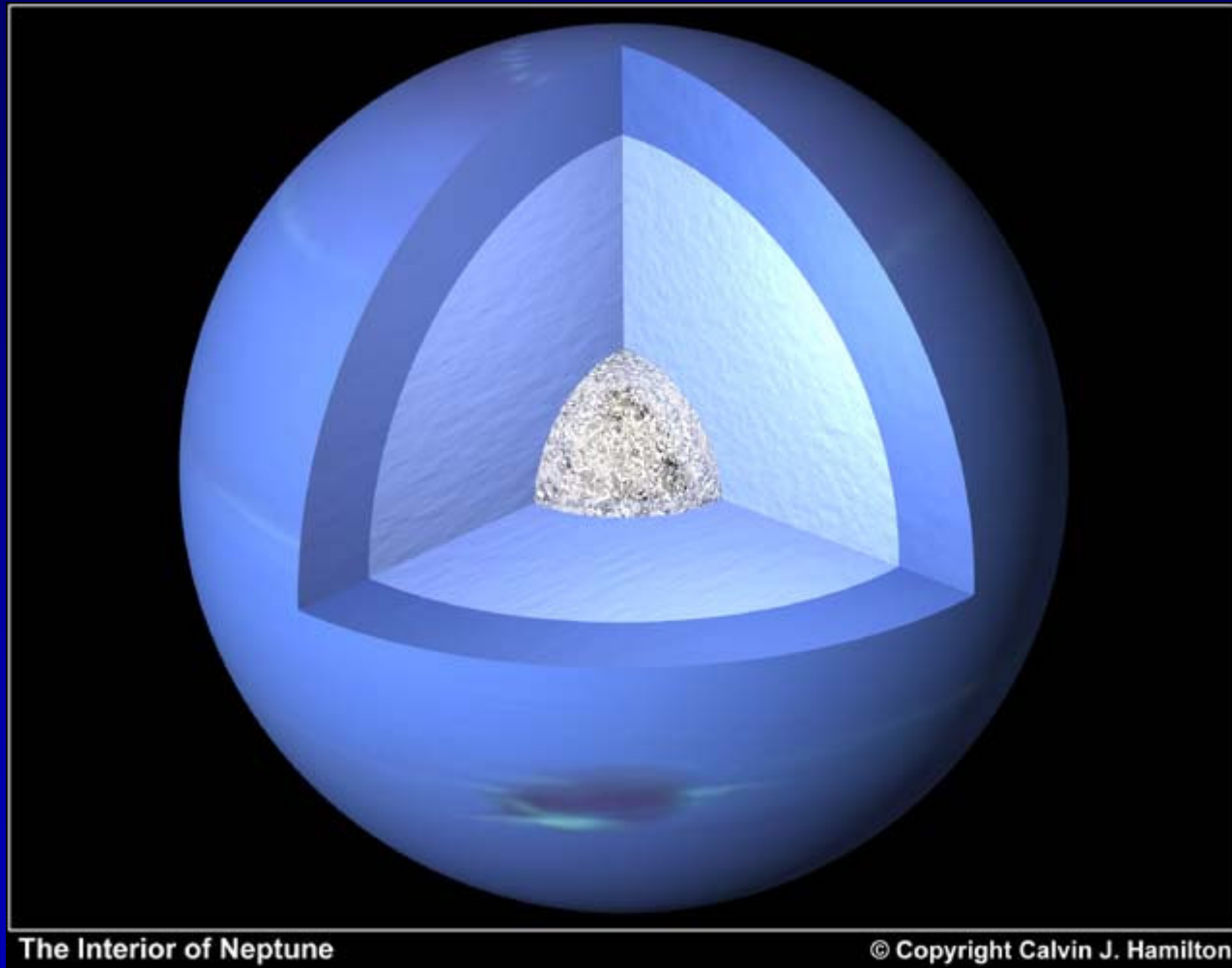
Gravité (g)
1.1

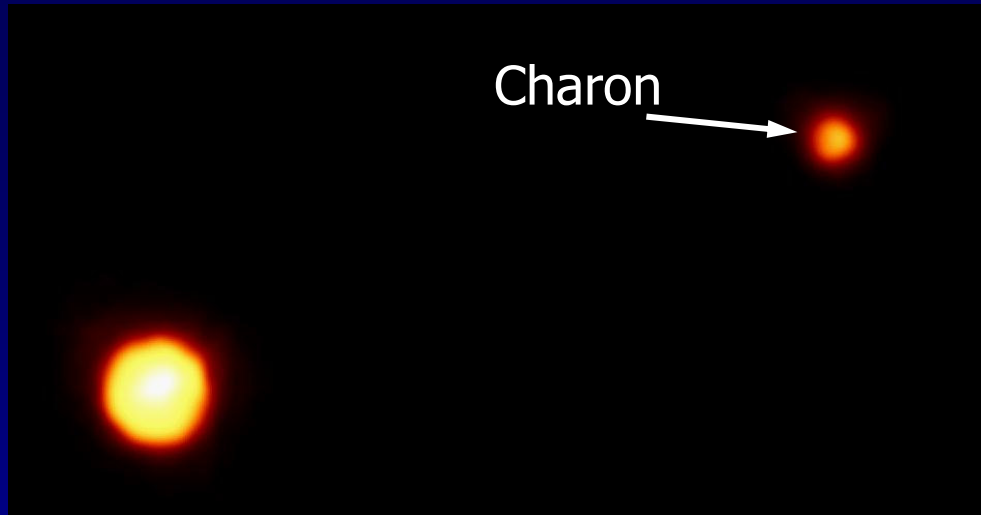
Lunes
13

Inclinaison de l'axe
29 °

Composition de Neptune,

hydrogène, hélium, méthane || eau, ammoniac, méthane || noyau





→ ← $0.2 \Phi_T$

Pluton

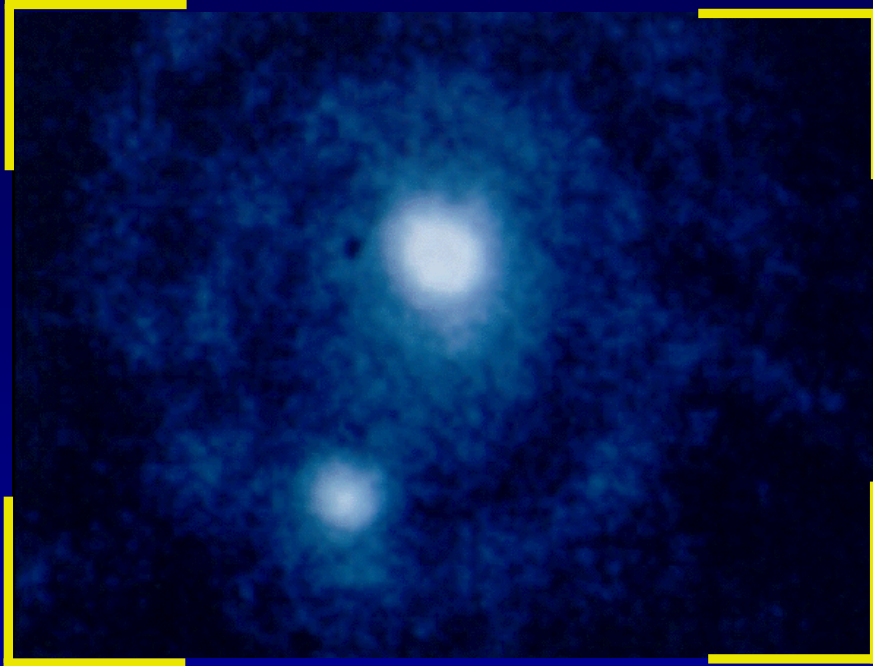
Distance du Soleil
39.5 u.a.

Période de révolution
248 an

Période de rotation
.. heures

Atmosphère
 CH_4

Température
-220 °C



Pluton

Densité (eau=1)
2

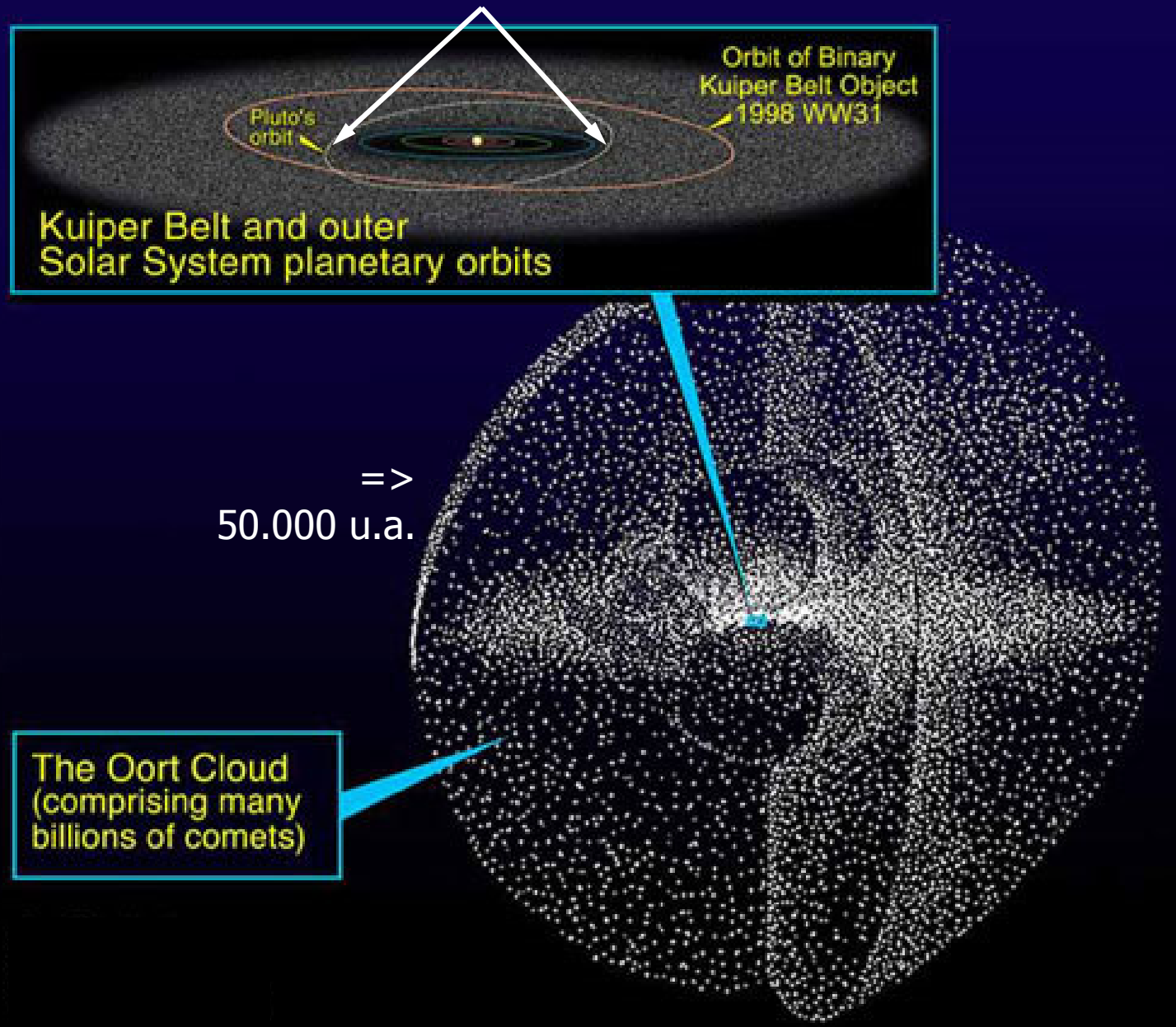
Masse (M_T)
0.002

Gravité (g)
0.06

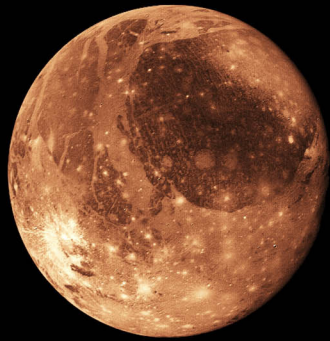
Lunes
1, Charon

Inclinaison de l'axe
122 °

Au delà de Pluton



Lunes et petites planètes



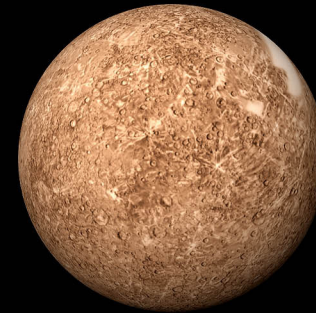
Ganymede

5262 km



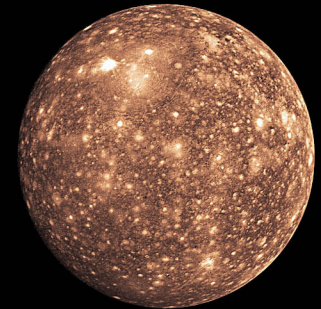
Titan

5150 km



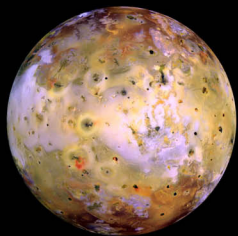
Mercury

4880 km



Callisto

4806 km



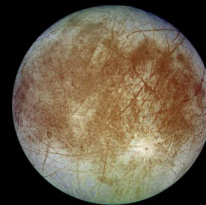
Io

3642 km



Moon

3476 km



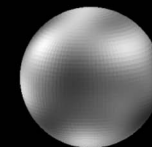
Europa

3138 km



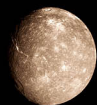
Triton

2706 km



Pluto

2300 km



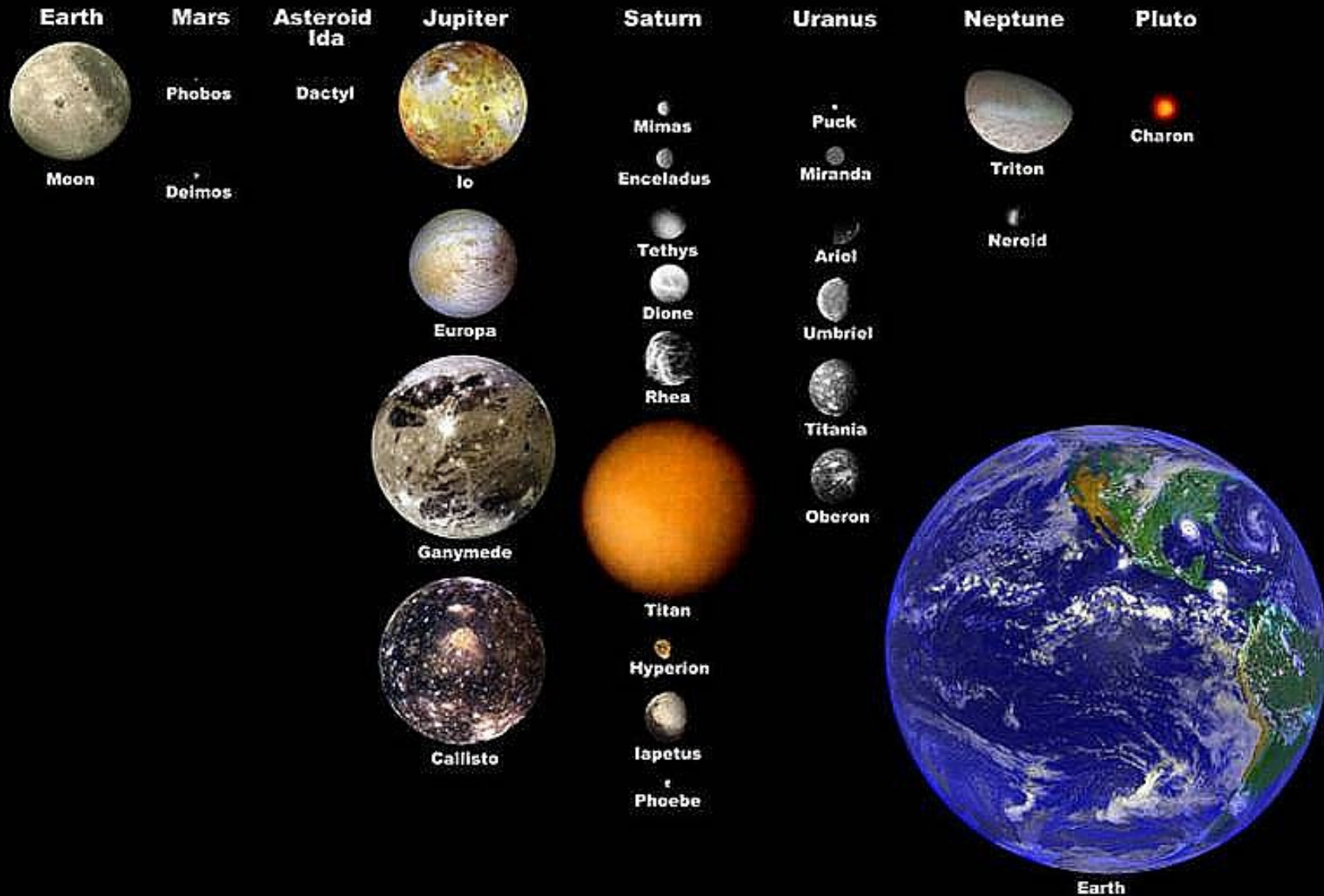
Titania

1580 km

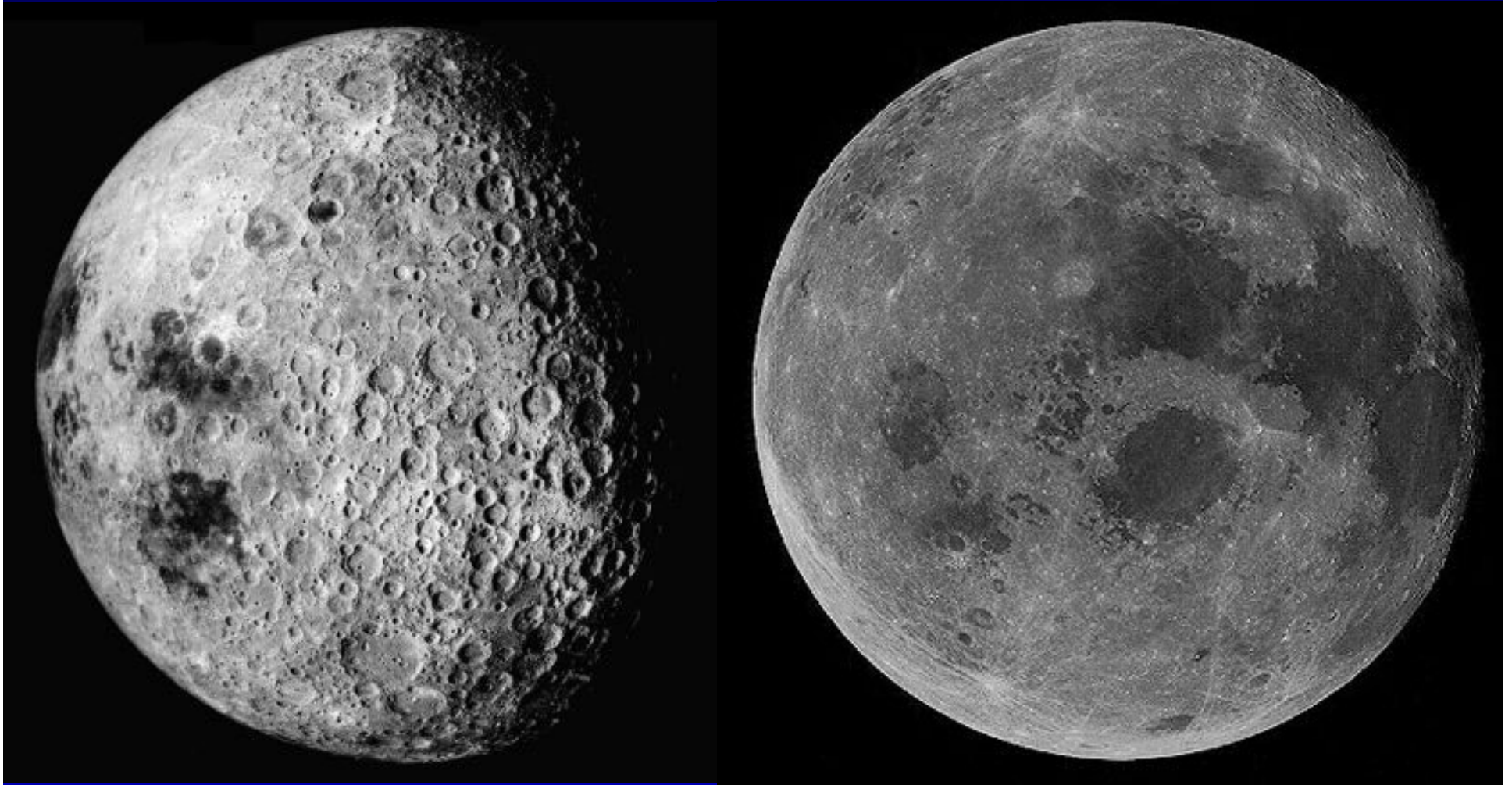
The Largest Moons and Smallest Planets

Les lunes du système solaire par rapport à la Lune

Moons of the Solar System Scaled to Earth's Moon



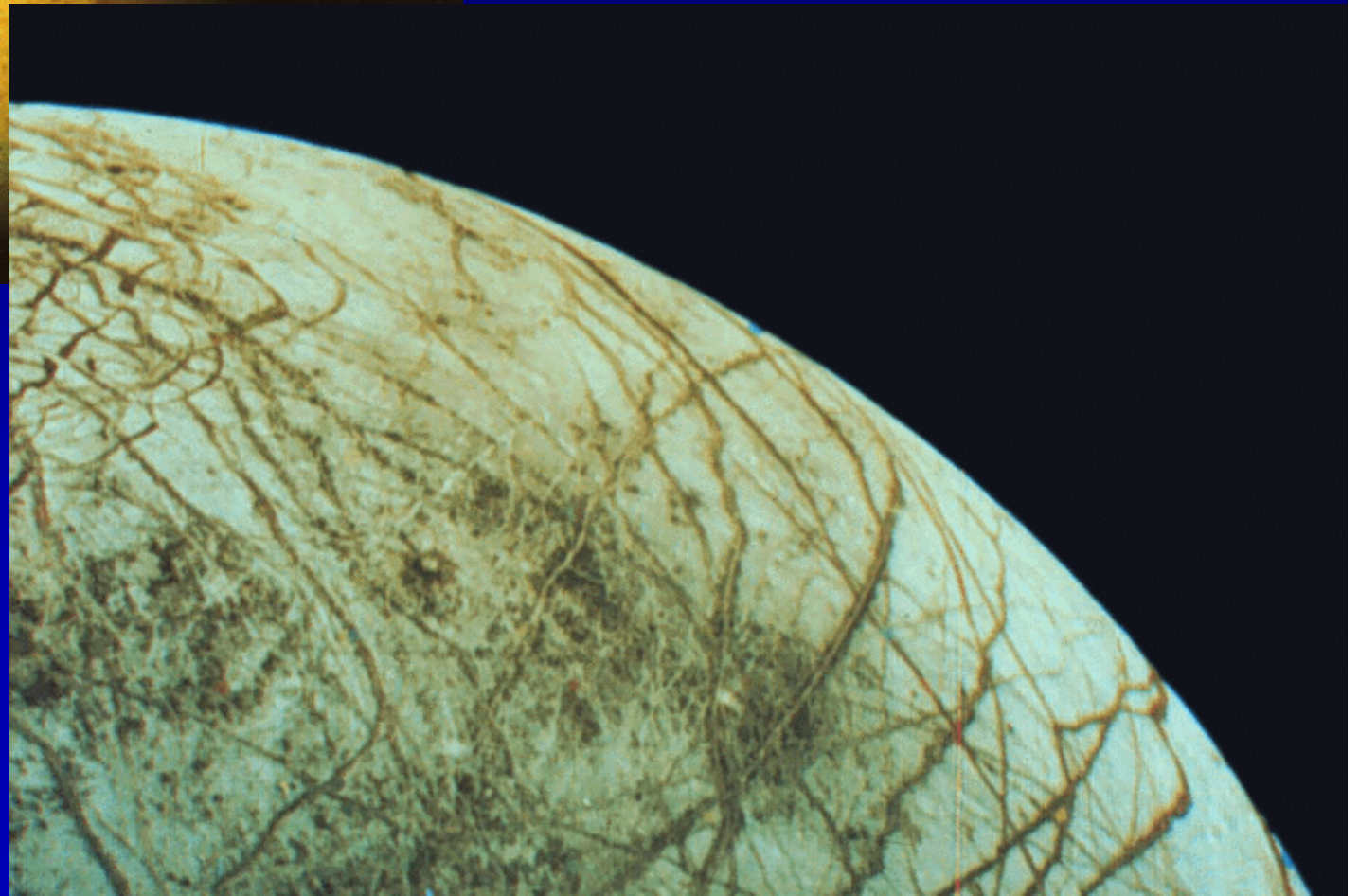
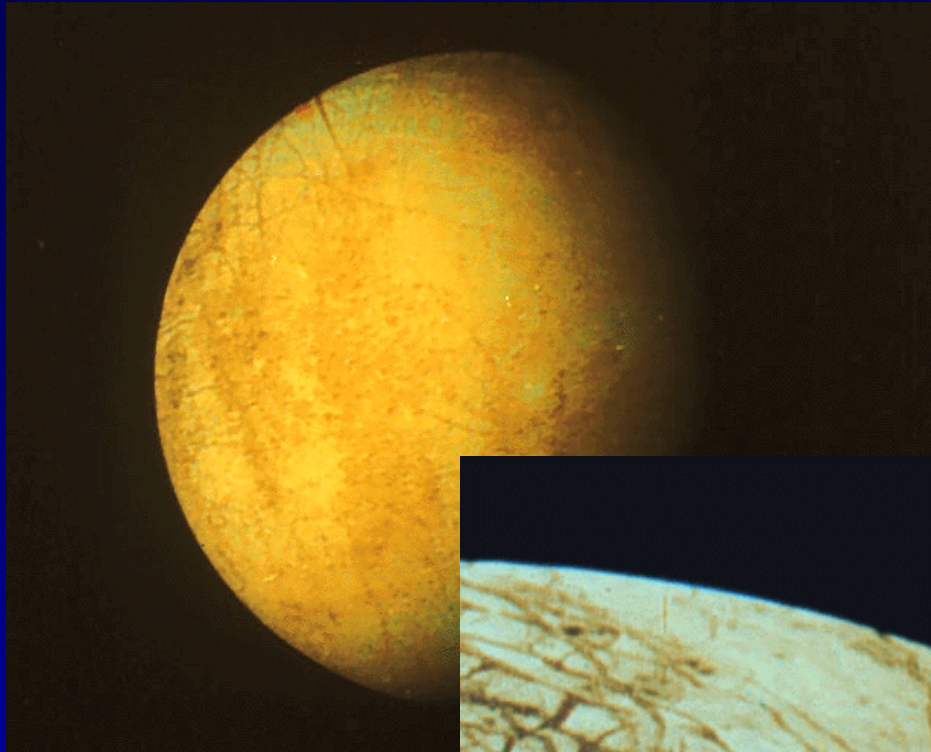
Les deux faces de la Lune



Io



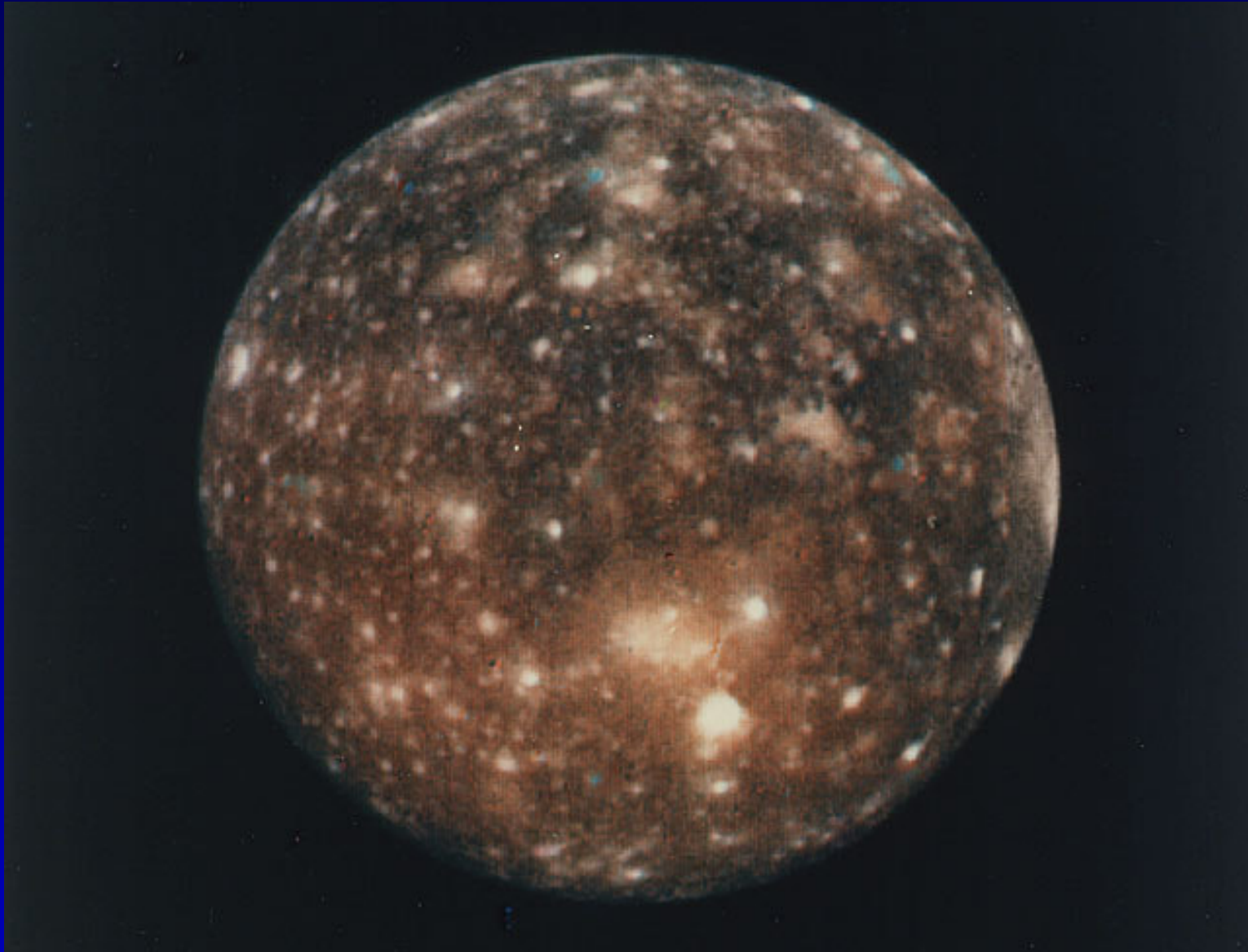
Europa



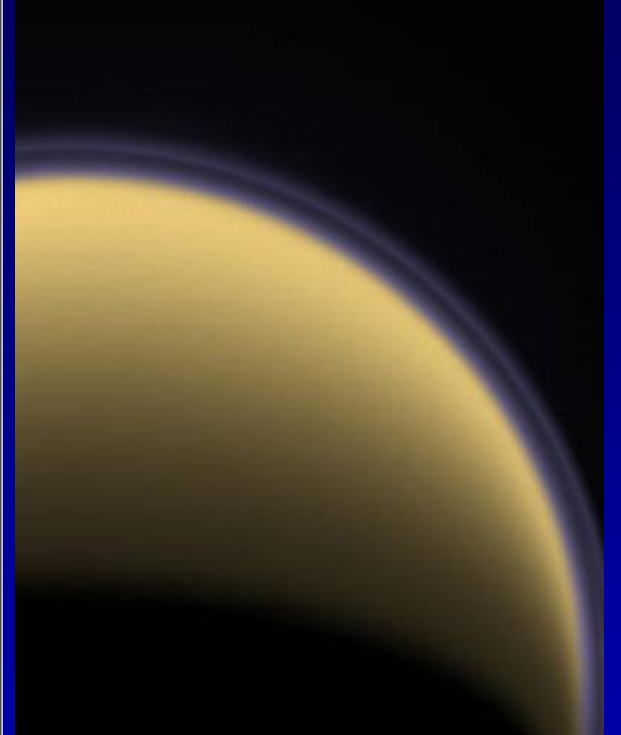
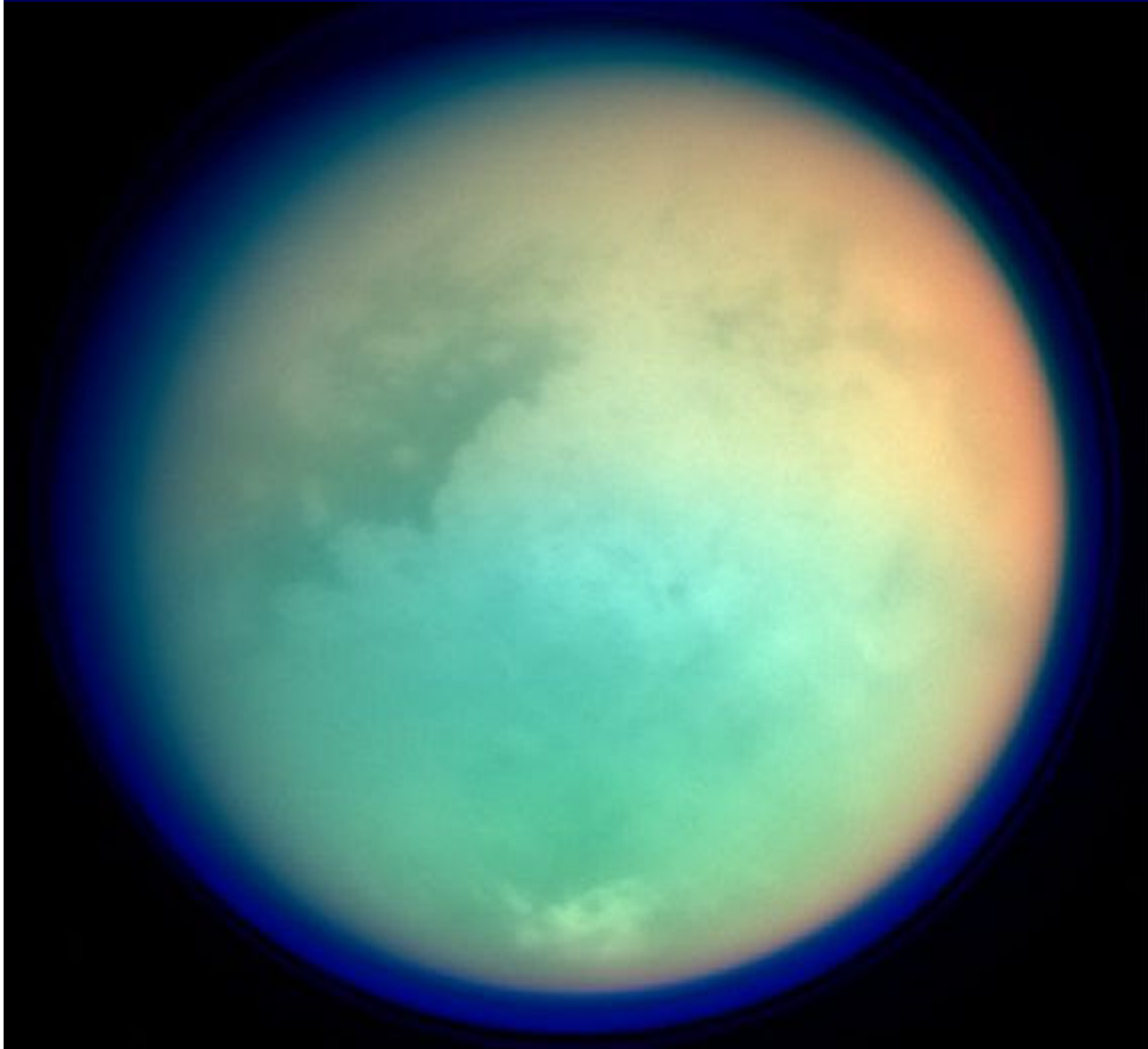
Ganymède



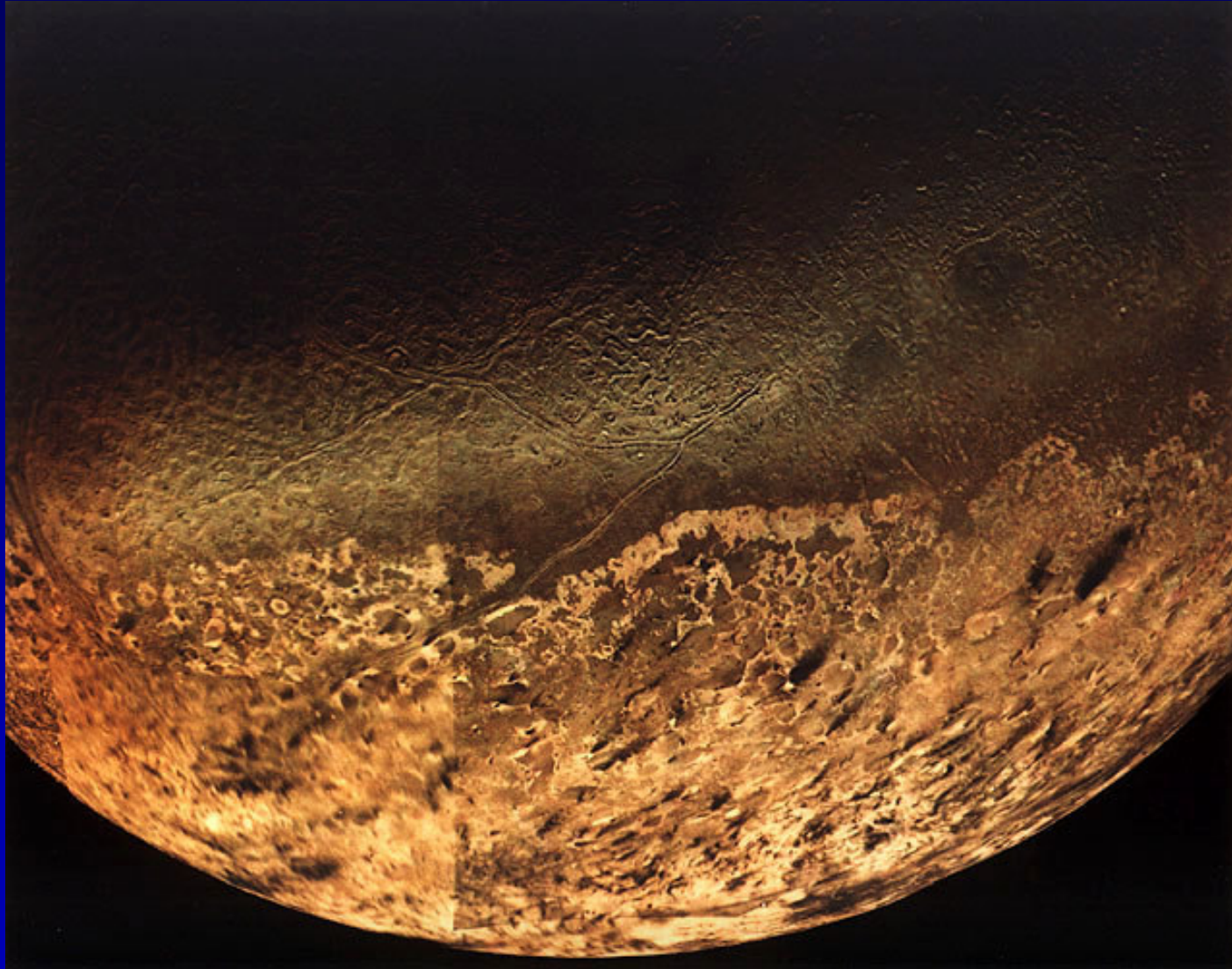
Callisto



Titan



Triton (Neptune)



Et si on allait sur la Lune ?

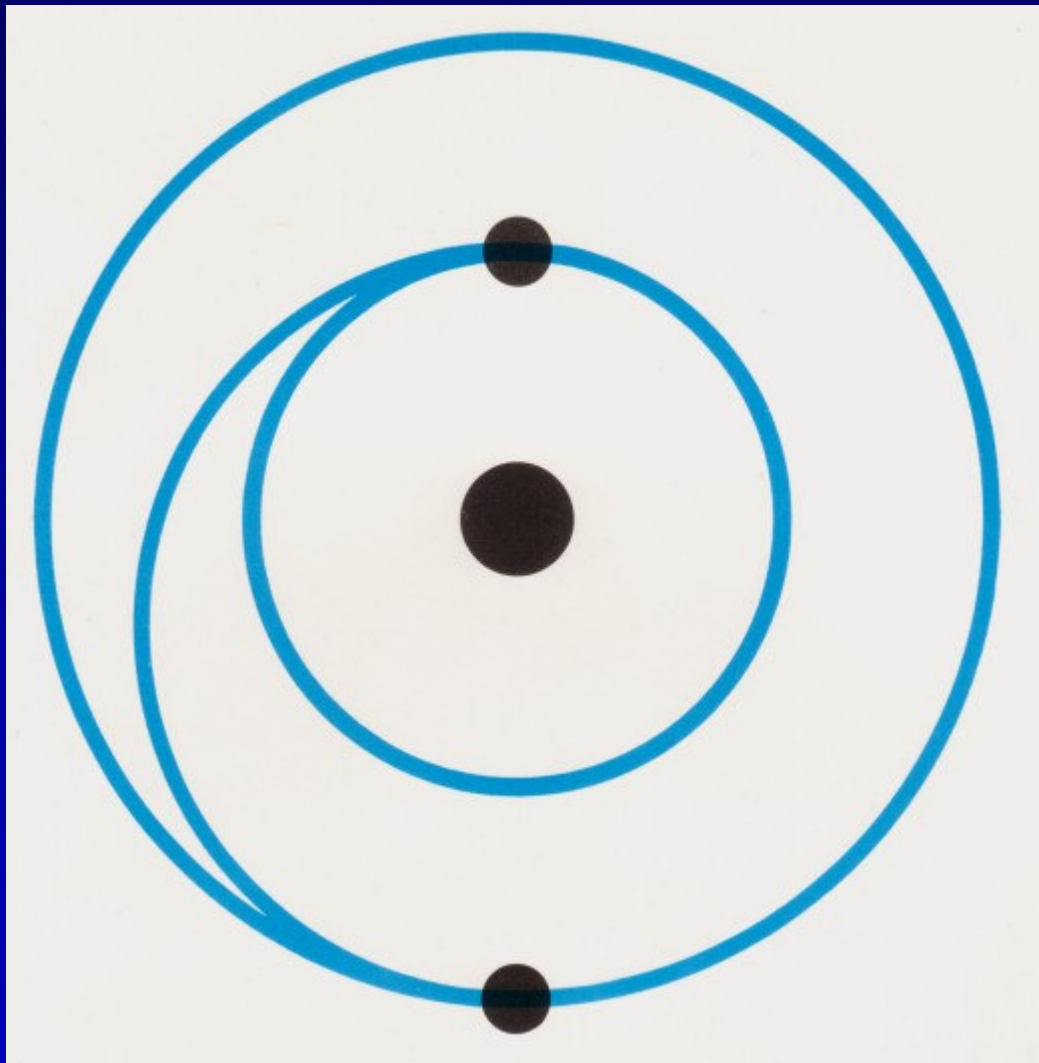
En voiture : 6 mois

En avion : 1 mois

Avec Apollo : 3 jours

A la vitesse de la lumière : 1,3 sec.

Bien choisir la 'fenêtre' de lancement



Voyages imaginaires sur la Lune

100 – Plutarque, *La face que nous montre la Lune* .

165 – Lucien de Samosate, *Une histoire vraie*. L'homme arrive sur la Lune avec des ailes d'oiseau, ou soulevé par un tourbillon.

1532 – L. Ariosto, *Orlando Furioso* ; Roland (fou) va sur la Lune sur le char du prophète Élie.

1634 - J. Kepler, *Somnium* , description réaliste des conditions sur la surface lunaire.

1643 – E. Torricelli découvre la pression atmosphérique (76 cm de mercure).

Voyages sur la Lune

Blaise Pascal (1623-1662) envoie son beau-frère à la montagne, avec un baromètre; il trouve que la pression diminue en hauteur, mais moins que prévu.

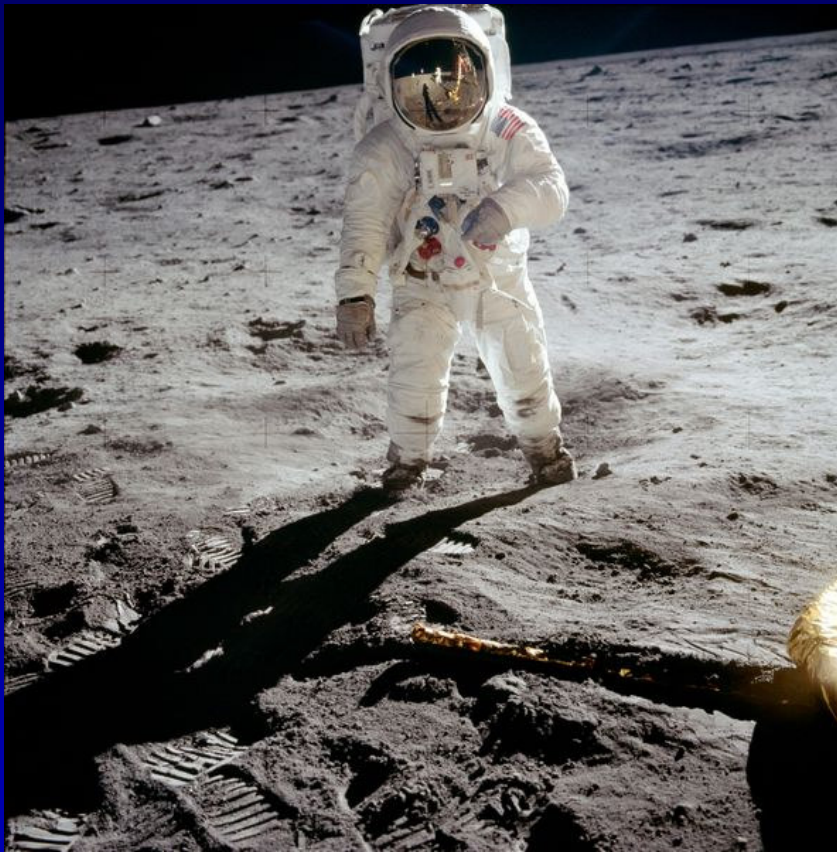
1650 – Cyrano de Bergerac, *Voyage sur la Lune* – six façons fantastiques pour aller sur la Lune, y compris... une fusée.

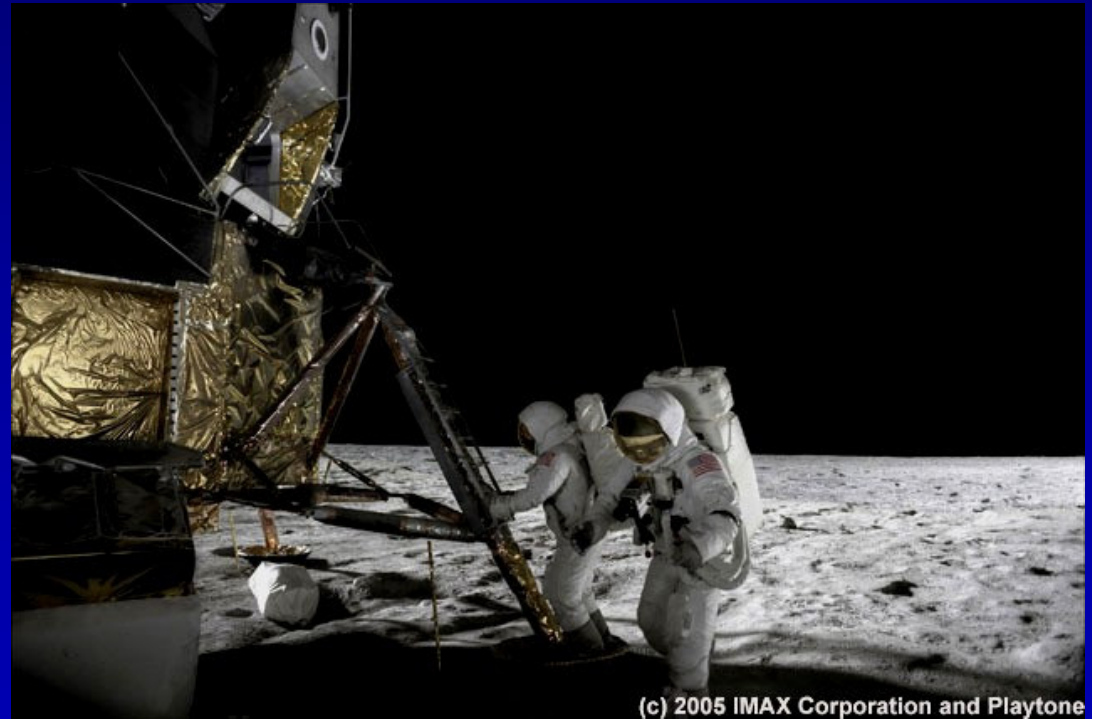
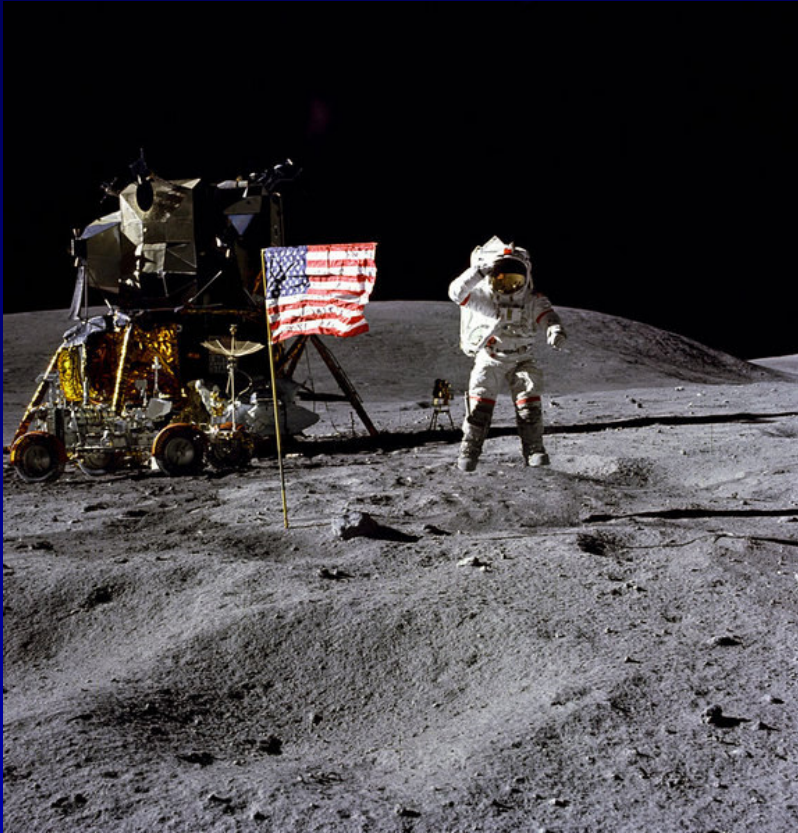
1785 – Les aventures du *Baron de Munchausen*

1926 – R. Goddard lance la première fusée à combustible liquide.

Sur la Lune

16 juillet 1969 – Neil Armstrong et E. Aldrin posent le LEM sur le sol lunaire





(c) 2005 IMAX Corporation and Playtone

Sur la Lune

La Terre est immobile dans le ciel, 4 fois plus grande que le Soleil et 40 fois plus lumineuse.



Sur la Lune

- Le jour et la nuit durent chacun 15 jours
- Le sol est noir comme du charbon (albédo $\sim 7\%$).
- Les températures sont extrêmes : + 100 °C au soleil, - 170 °C à l'ombre.
- Rien ne bouge à la surface
- Les 'marées' sont des tremblements de... Lune

Avec une gravité $\sim 1/6$ que sur la Terre,

un homme pourrait :

- soulever 400 kg
- sauter 48 m en longueur, ou 15 m en hauteur
- faire des magnifiques plongeurs
- servir une balle de tennis à 2 km

mais il lui est difficile de marcher normalement...

Sans air

- Le ciel est noir
- Pas d'oiseaux ou d'avions
- Aucun son
- Pas de feux ou de cigarettes
- Pas de protection contre les rayons UV, les micrométéorites ou les radiations du Soleil
- La neige et la poussière tombent comme du plomb

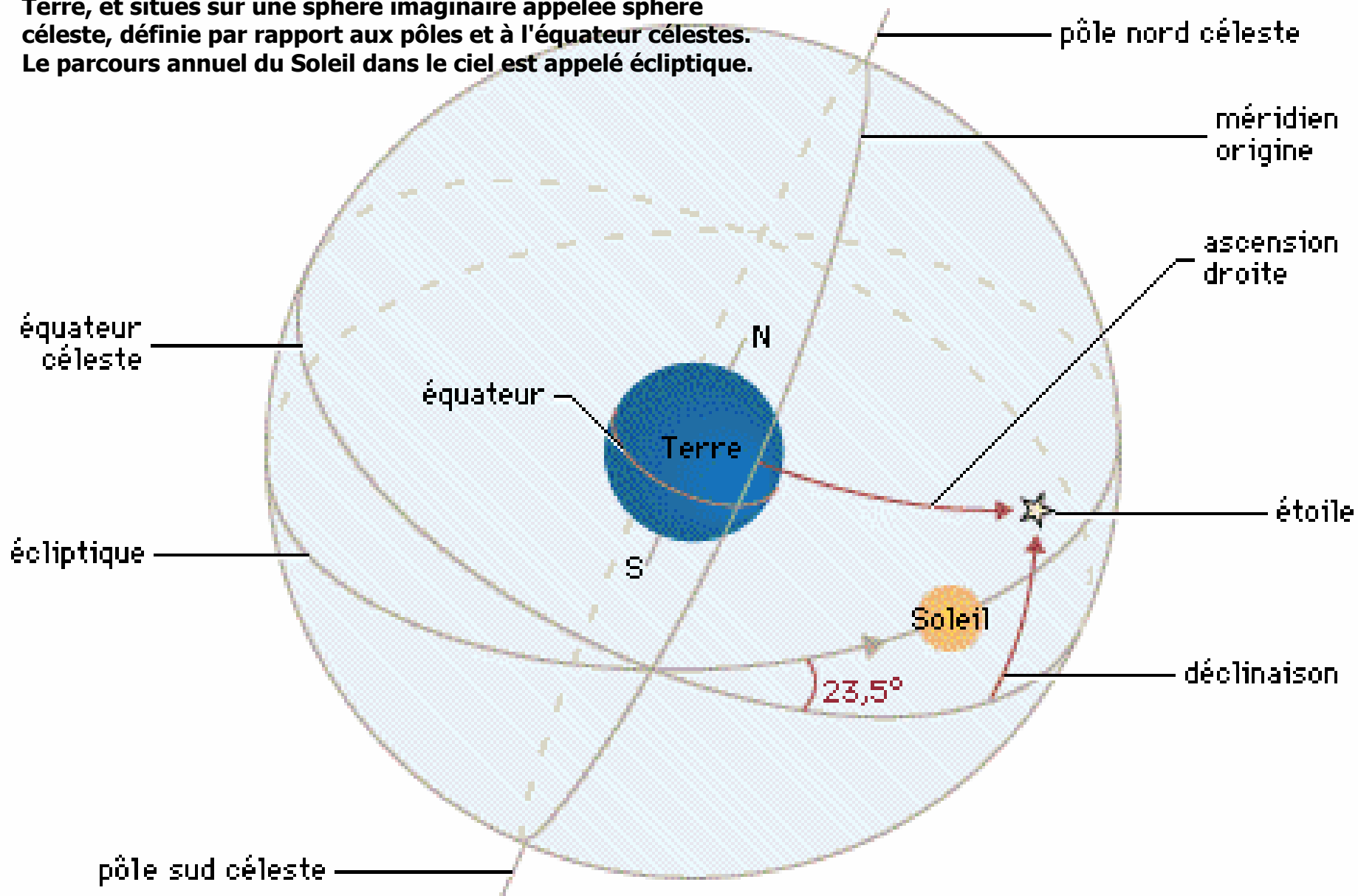
FIN

Multiples et sous-multiples décimaux

kilo (k)	1 000 unités	
mega (M)	1 000 000	(ou 10^6) unités
giga (G)	1 000 000 000	(ou 10^9) unités
milli (m)	0,001	(ou 1/1 000) unité
micro (μ)	0,000 001	(ou 10^{-6}) unité
nano (n)	0,000 000 001	(ou 10^{-9}) unité

Exemple : km, Mton, nano-technologies.

On imagine les objets célestes tous à la même distance de la Terre, et situés sur une sphère imaginaire appelée sphère céleste, définie par rapport aux pôles et à l'équateur célestes. Le parcours annuel du Soleil dans le ciel est appelé écliptique.



Lunes des planètes

Terre

- Lune ($\varnothing_L = 3480$ km)

Mars

- Phobos (22 km)
- Deimos (12 km)

Jupiter (63)

- Io 1 \varnothing_L
- Europa 0.9 \varnothing_L
- Ganymède 1.5 \varnothing_L
- Callisto 1.4 \varnothing_L

Saturne

- Titan 1.48 \varnothing_L
- Rhéa 0.4 \varnothing_L

Uranus

- Ariel 0.3 \varnothing_L
- Umbriel 0.3 \varnothing_L
- Titania 0.34 \varnothing_L
- Obéron 0.34 \varnothing_L

Neptune

- Triton 0.45 \varnothing_L

Pluton

- Charon 0.45 \varnothing_L