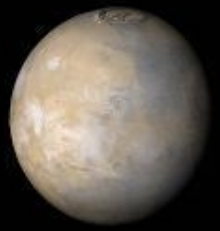
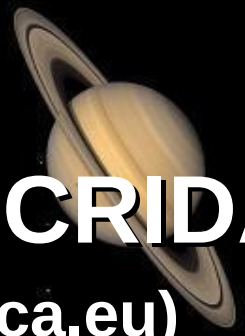
Les Planètes







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.

Définition PLANÈTE par l'UAI





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

(a) est en orbite autour du Soleil

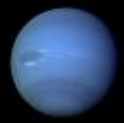
(b) a une forme sphérique



(gravité dominante)

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





Il y a 8 planètes dans le système solaire.

Définition PLANÈTE NAINE





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

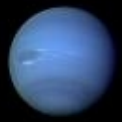
(a) est en orbite autour du Soleil

(b) a une forme sphérique



(gravité dominante)



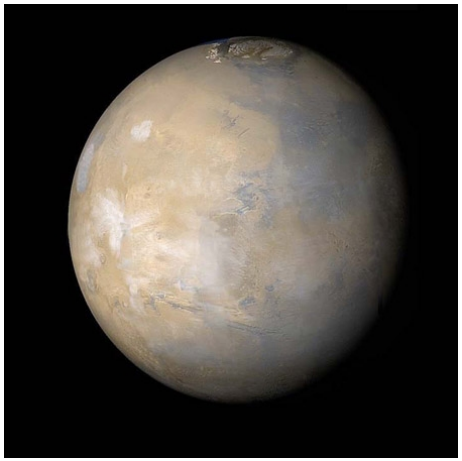


Exemple : Céres, Pluton, Éris...

EXERCICE

Quelle est la taille critique pour avoir une forme sphérique ?





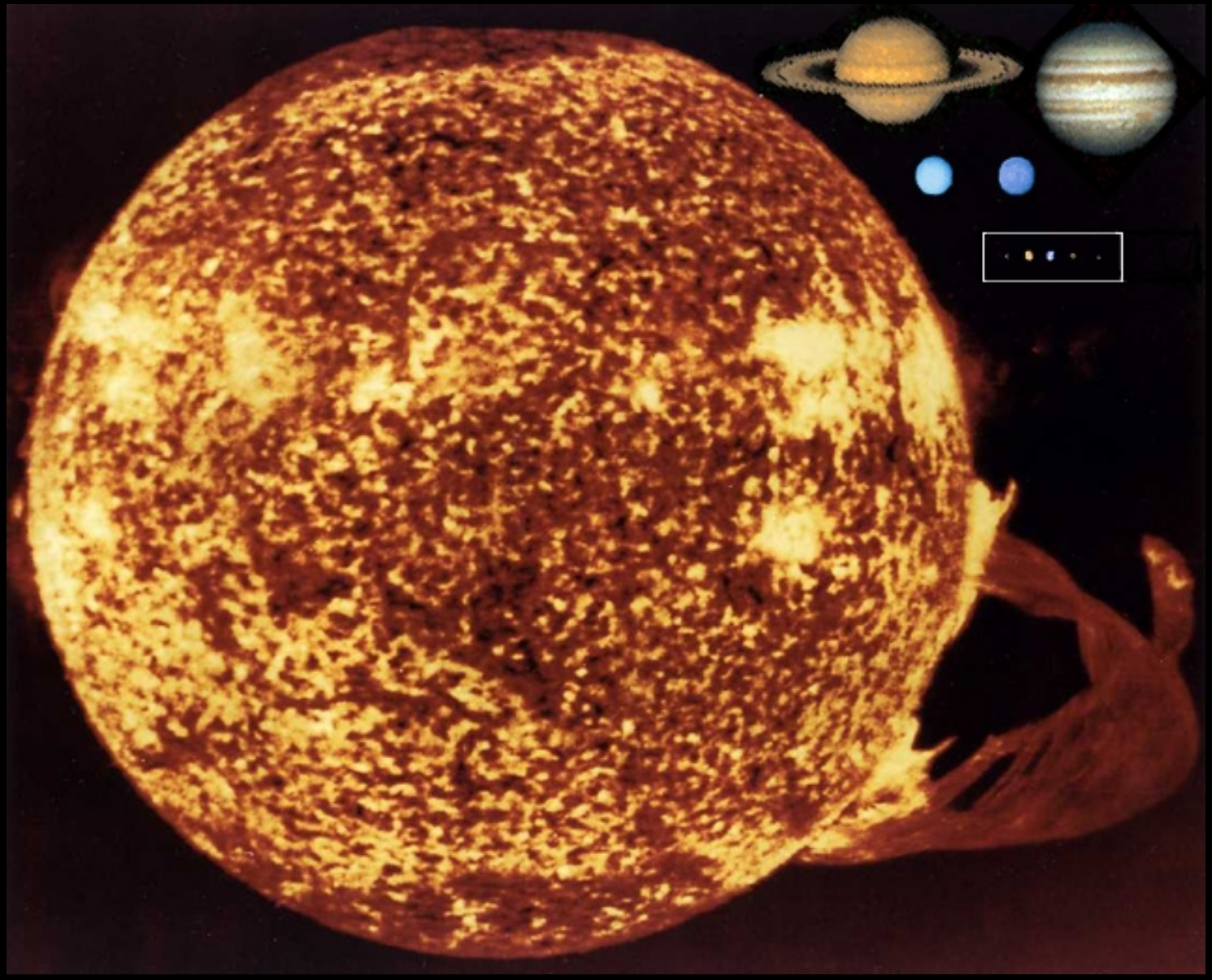
Calculer la hauteur maximum *h* d'une montagne à la surface d'une planète de rayon *R*.

On donne :

densité $\rho = 5000\ kg.m^{-3}$.

chaleur latente de fusion $c_f = 120\ kJ/kg$.

BILAN SYSTÈME SOLAIRE



Le Soleil

Notre étoile !

Étoile banale dans notre galaxie, la Voie Lactée.

Masse : 2×10^{30} **kg**

Durée de vie : **~ 10 milliards d'années.**

Âge actuel : **4,5 milliards d'années.**

Température au centre : 14 millions de degrés.

Température de surface: 5800 °C.

Température des tâches: ~4500 °C.

<u>Composition :</u>

75% H , 25% He = composition primitive post big-bang.

+ traces d'autres éléments.

Le Soleil

Fonctionnement :

Pression et température si élevées au centre que la fusion nucléaire est possible :

4 H -> He + énergie

600 millions de tonnes de H sont brûlées par seconde !

(= 10 milliards de bombes H)

E = m c^2 : 4 millions de tonnes perdues par seconde.

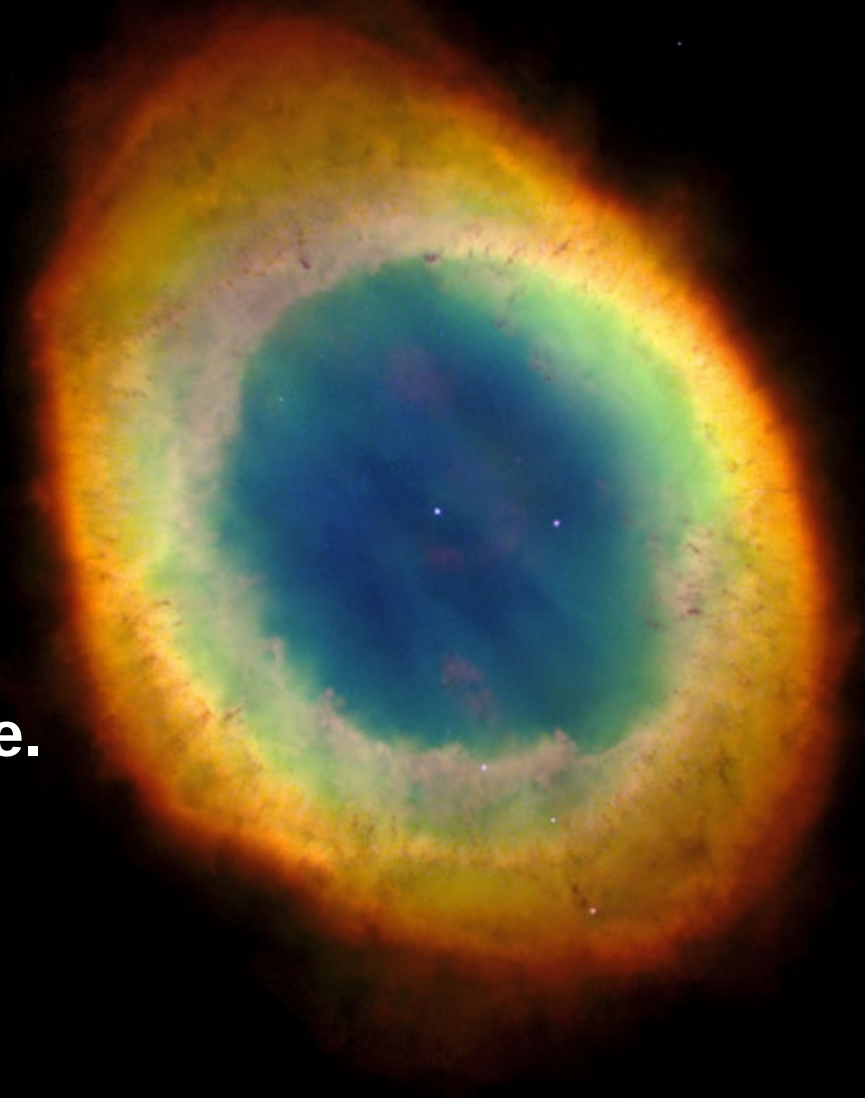
Puis, 4 He -> O , synthèse de C, N, O.

Puis synthèse d'autres éléments lourds, toute la table de Mendeliev jusqu'au Fer.

À la fin de sa vie, le Soleil deviendra une géante rouge, puis soufflera ses couches externes, formant une nébuleuse planétaire.

Cela enrichit le milieu inter-stellaire en éléments lourds.

Il ne reste qu'une naine blanche au centre, inerte.







Les éléments plus lourds que le Fer sont synthétisés lors d'explosions de supernovae.

Les étoiles plus massives que 10 fois la masse solaire finissent leur vie ainsi.

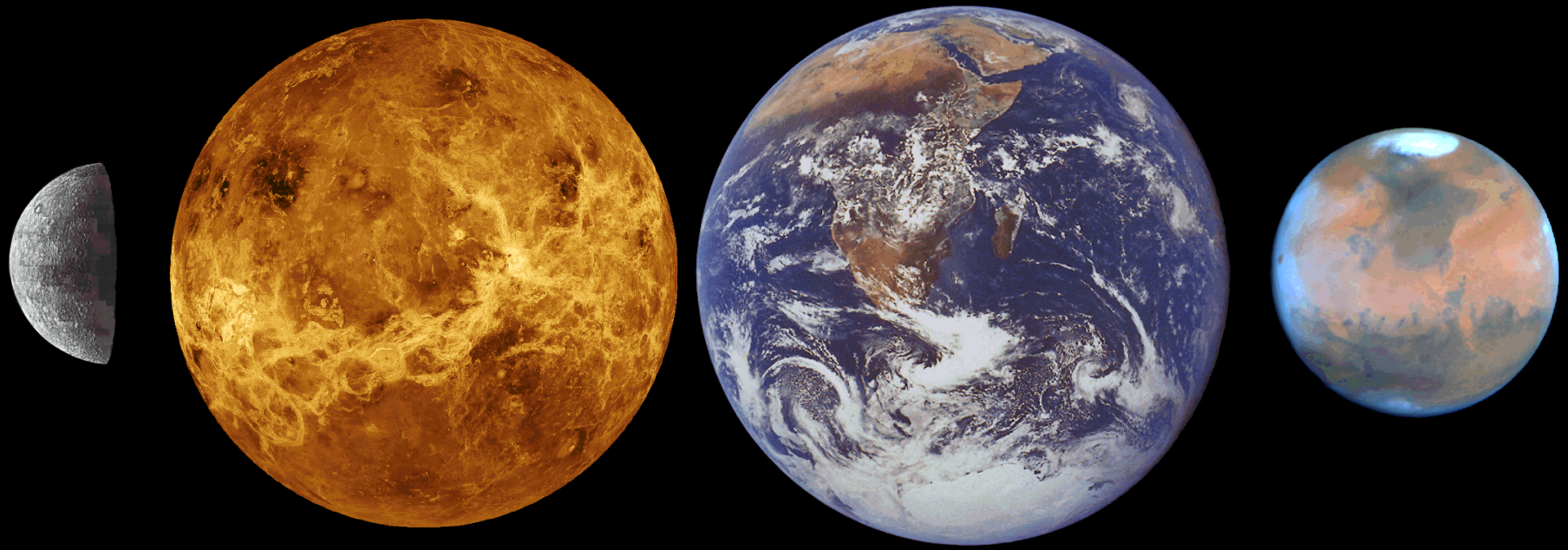


Ici la nébuleuse du Crabe, correspondant à l'explosion d'1 supernova observée en 1024.



I. Les planètes telluriques

Petite masse, haute densité, proches du Soleil, rocheuses.



Mercure

-Planète la plus intérieure (0,4 UA) et la plus petite (4880km)

-Toujours proche du soleil dans le ciel



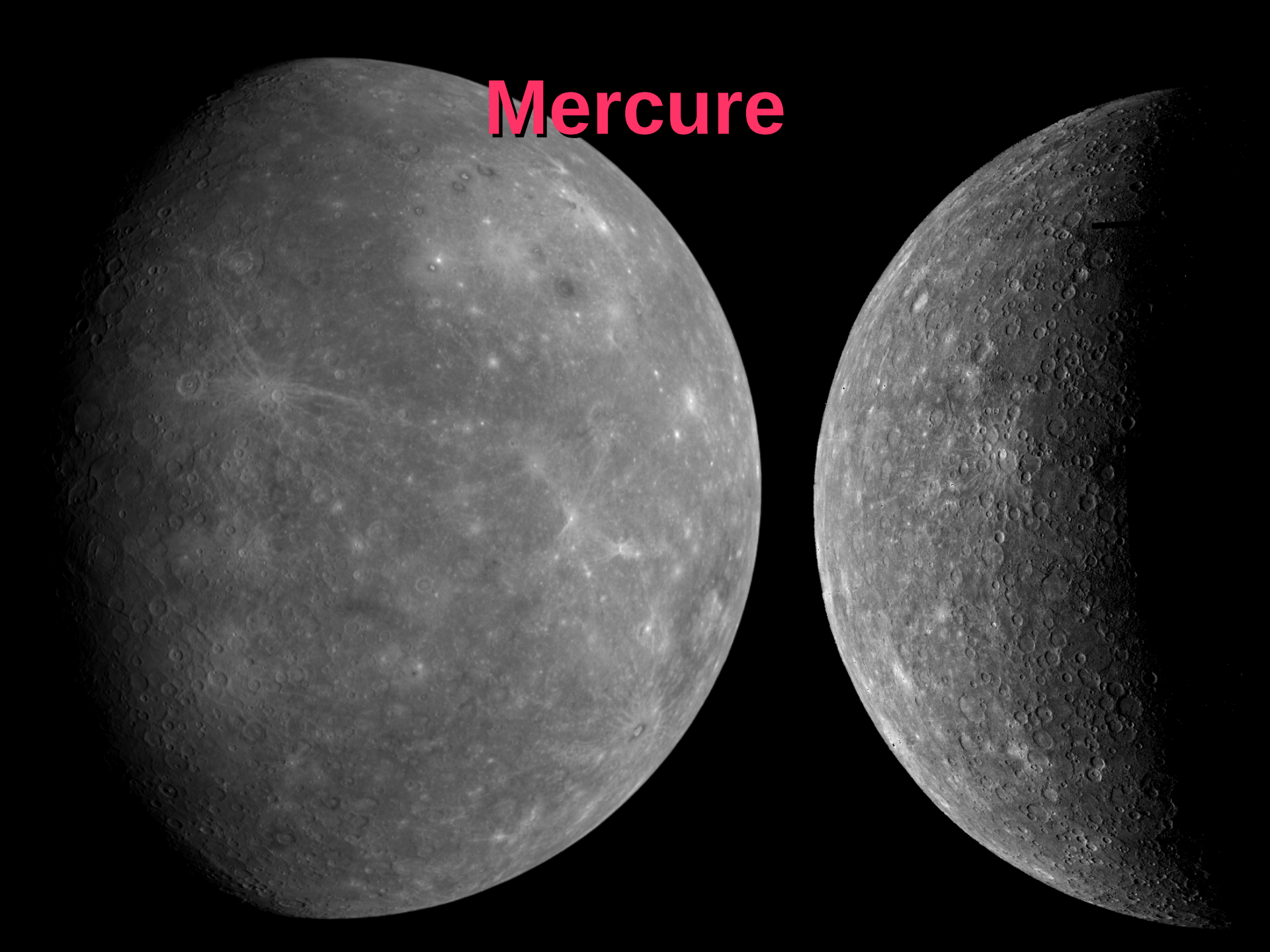
-Lente rotation sur elle même : 3 tours en 2 ans mercuriens. EXO!

-Explorée par Mariner 10 dans les années 1970.

-Fortement cratèrisée



Mercure



Vénus

-Voisin intérieur de la Terre (0,7 UA).

-Diamètre: 12 400 km.

-Elle aussi toujours proche du Soleil dans le ciel :

au lever ou au coucher,
c'est l'étoile du Berger !



Venera 7 image

Vénus

- Parfois devant le Soleil : transit de Vénus.



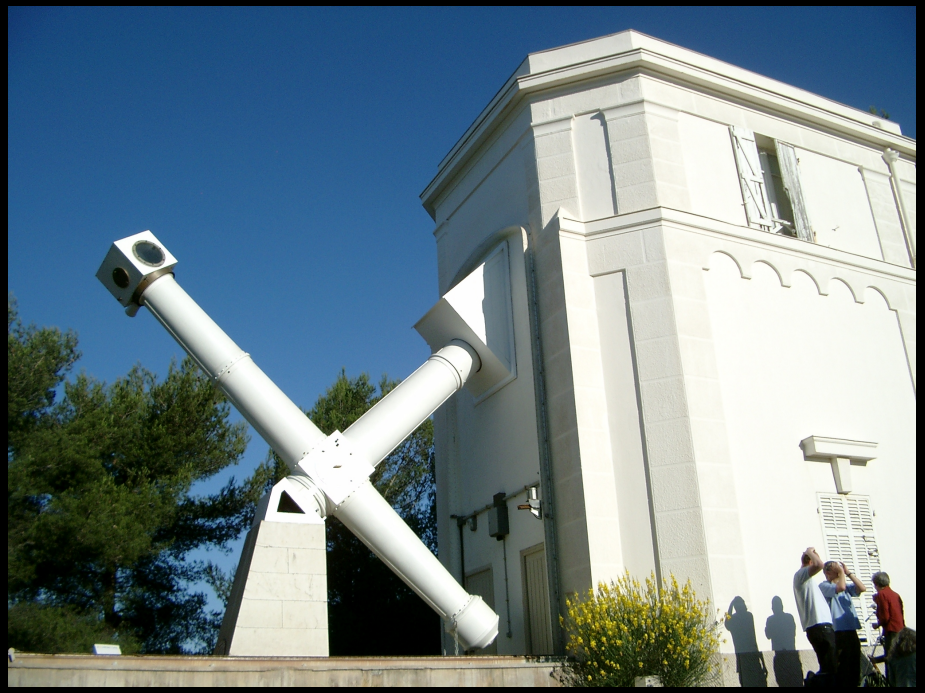


Image faite à l'observatoire de Nice,
sur le grand équatorial coudé
lors du transit du 8 juin 2004

Vénus

-Atmosphère de 95 bars!

-Nuages épais.

-L'atmosphère tourne plus vite que la planète.

- Effet de serre extrème.



Venera 7 image

Vénus

-Surface chaude (400°C)

-Topographie révélée par imagerie radar

-Surface travaillée par volcanisme

-Pas de tectonique des plaques

-Pas de champ magnétique à grande échelle



Venera 14



Magellan

Terre - Lune

- Diamètre de la Lune: 3 400 km
~1/4 du diamètre de la Terre

- Masse : 1/80 masse Terre

- Lune pas si petite =>
planète double ?

Où est le centre de masse
du système ?

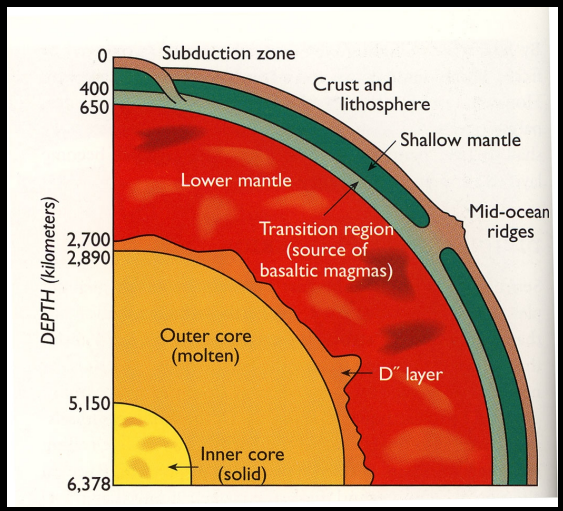


Galileo image

Terre



- Surface recouverte à 70 % d’eau
- Tectonique des plaques
- Intérieur assez bien connu grace aux eruptions volcaniques et les mesures sismiques



Terre

Seule planète sur laquelle l'eau existe sous ses 3 états :

- Solide

- Liquide

- Gazeux



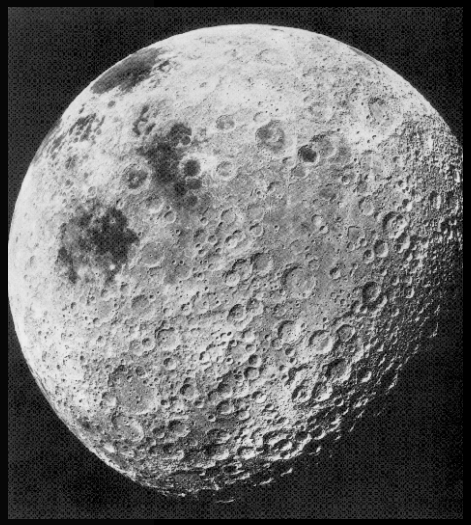
La Terre est bleue comme une orange...

Lune

- Crée les marées sur Terre
- Rotation limitée, on voit toujours la meme face (58% visible)
- Face cachée différente : pas de mers
- -Surface très cratérisée







Lune

Seul objet du Système Solaire visité par l'homme :

Tintin dès 1957 !!



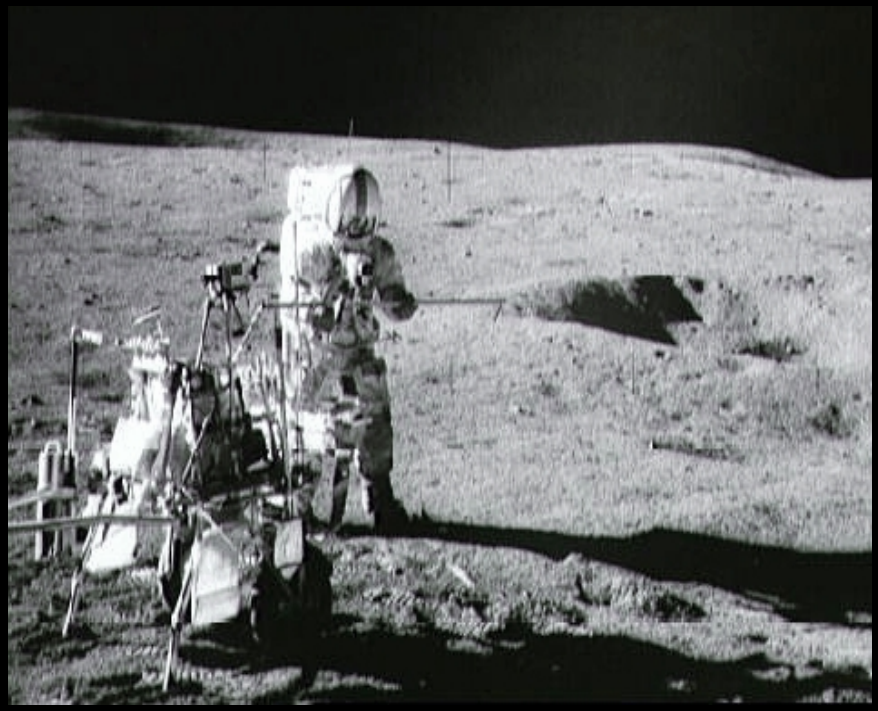
Lune

Seul objet du Système Solaire visité par l'homme :

Missions Apollo ont permis datation et caractérisation minéralogique + renseignements sur l'intérieur.

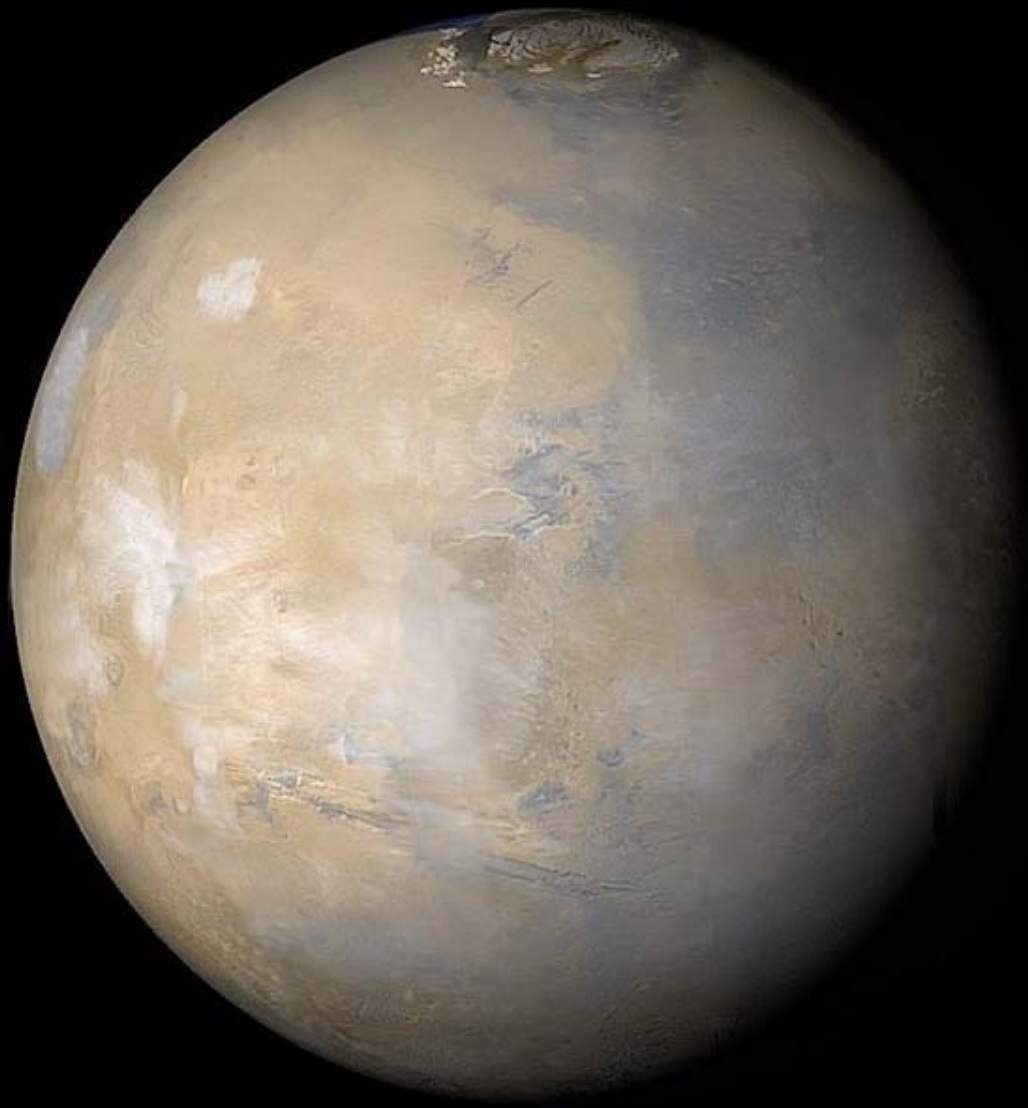
382Kg de roches lunaires

(50 000 euros/Kg) 7 sites



Apollo 14 astronaute Alan Shepard

Mars



Mars

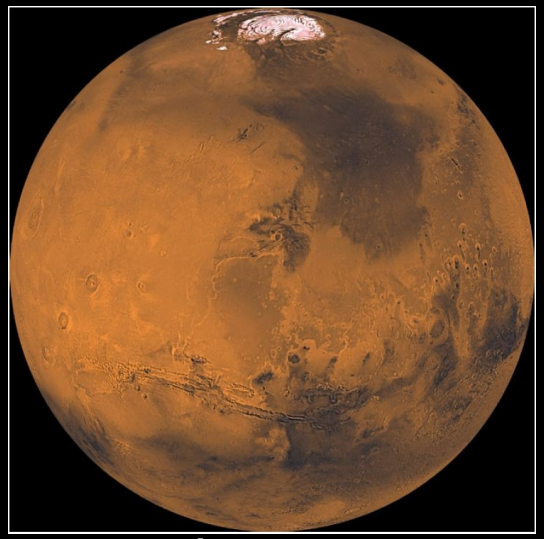
-Voisin extérieur de la Terre

-Diamètre = Diamètre Terre / 2,
Masse = 1/10 Masse Terre

-Jour = un peu plus de 24 h.

-Fine atmosphère, surface sèche et poussièreuse

-Subsurface: glace et parfois de l'eau liquide



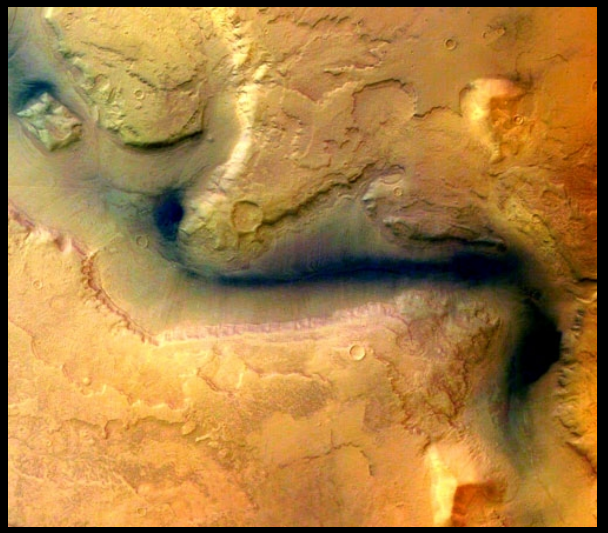
HST image



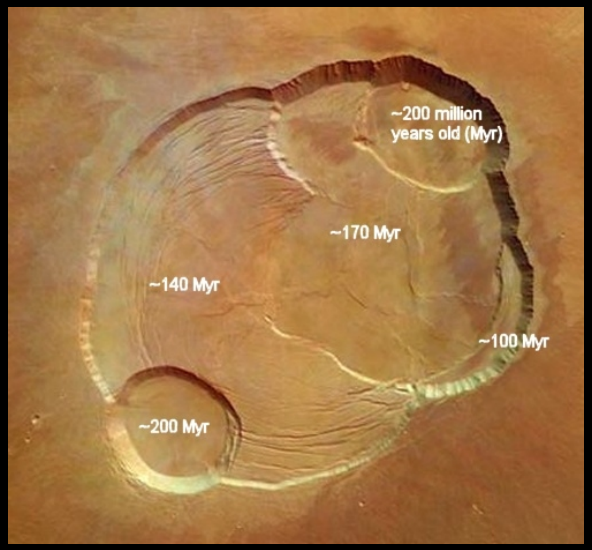
Mars Pathfinder

Mars

Vallées Marineris:
système de canyons géants



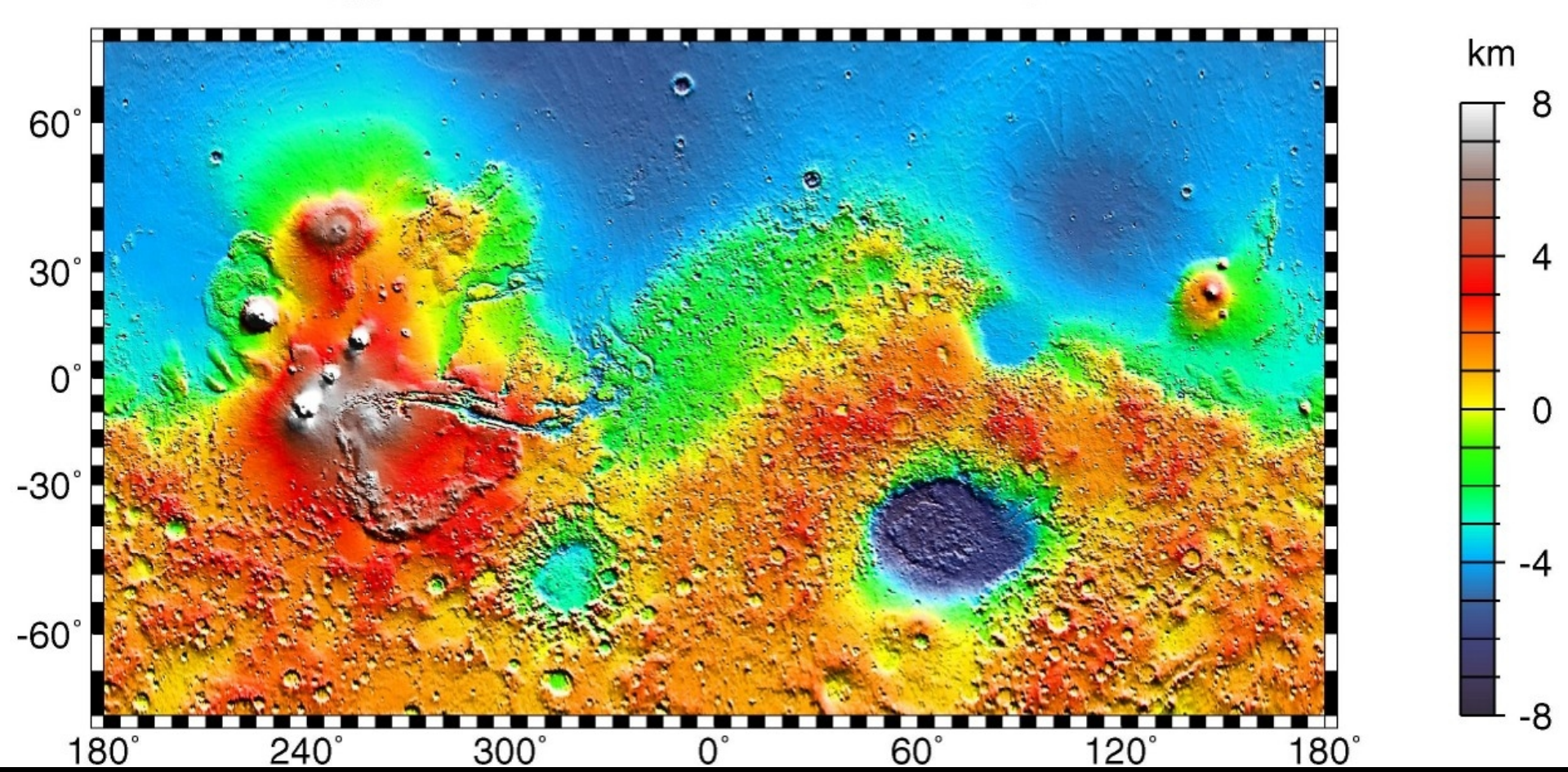
Bouclier Tharsis:
structure volcanique géante avec le plus grand volcan du Système Solaire :
Olympus Mons, 27km !



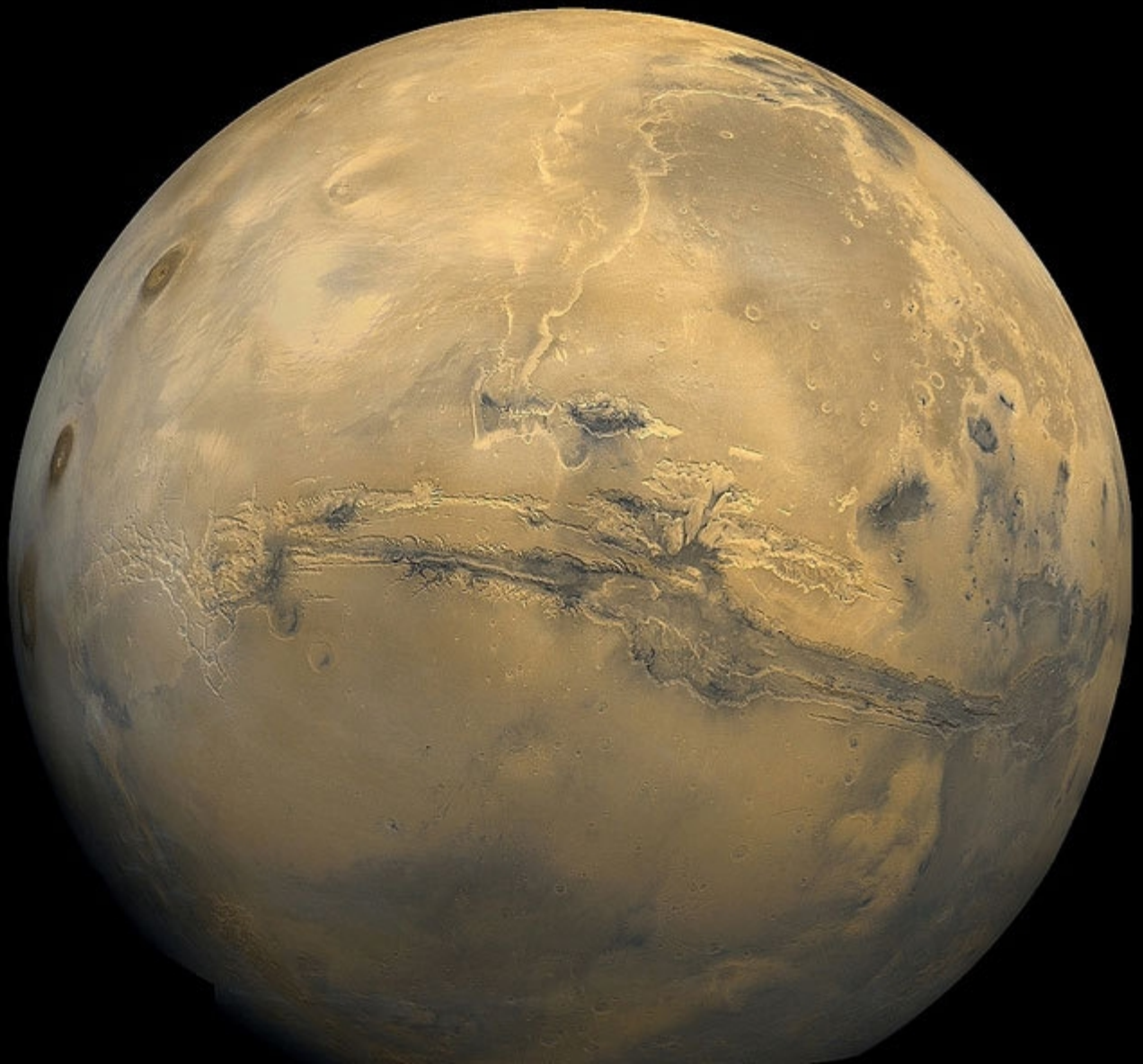
Volcanisme toujours actif ?

Mars

Dichotomie Nord - Sud



Mars



Mars

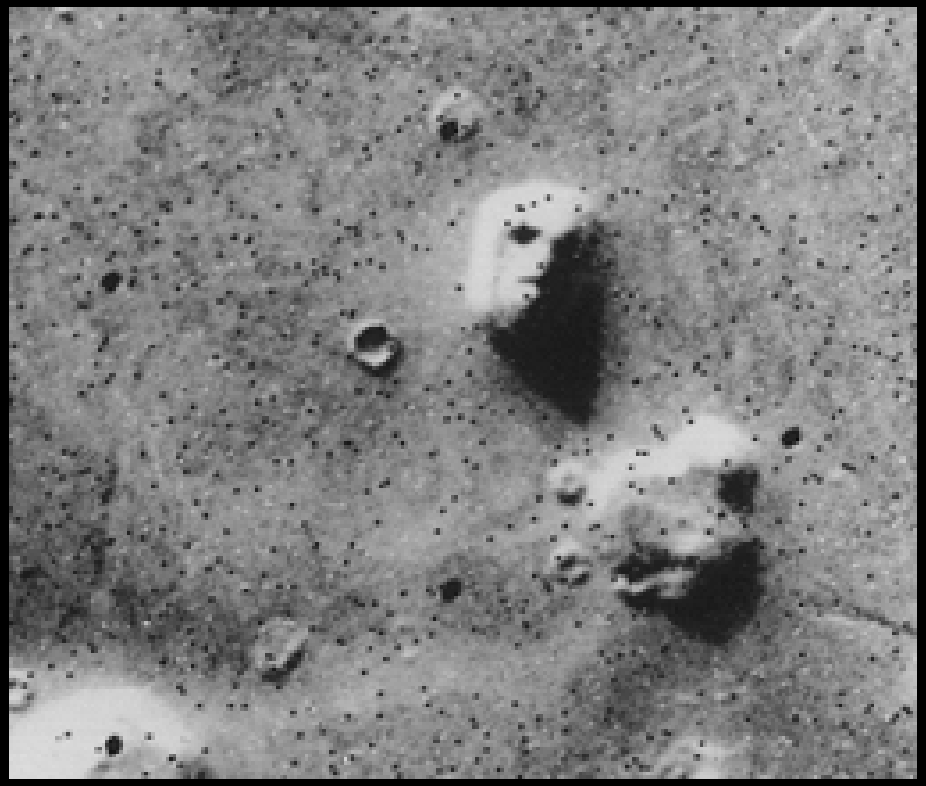


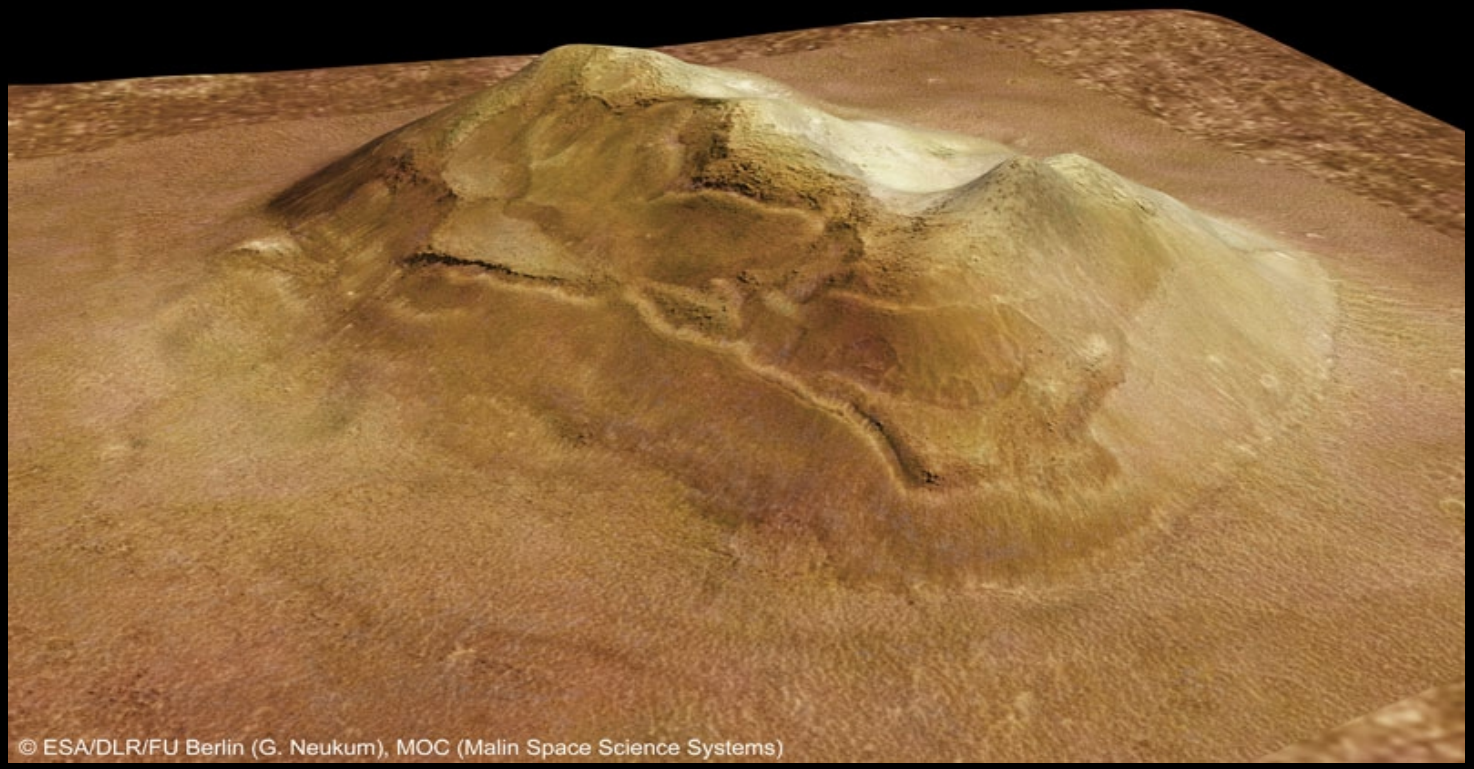
Image de Viking

Mars



Image plus récente.

Mars



Reconstitution 3D.

Mars


Sur Mars
© ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum), MOC (Malin Space Science Systems)


Sur Terre

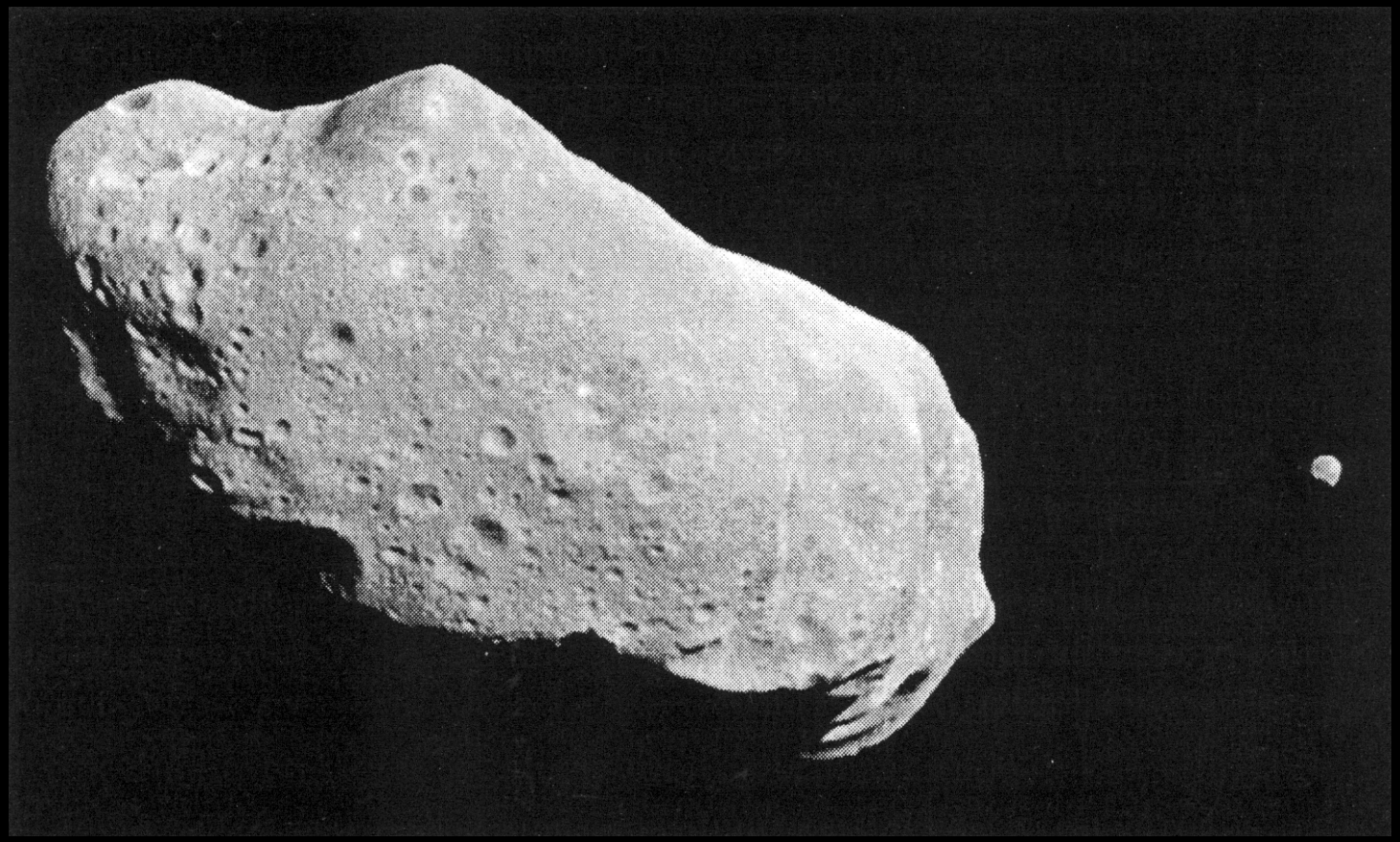
II. Petits corps

Astéroïdes



Gaspra

Astéroïdes



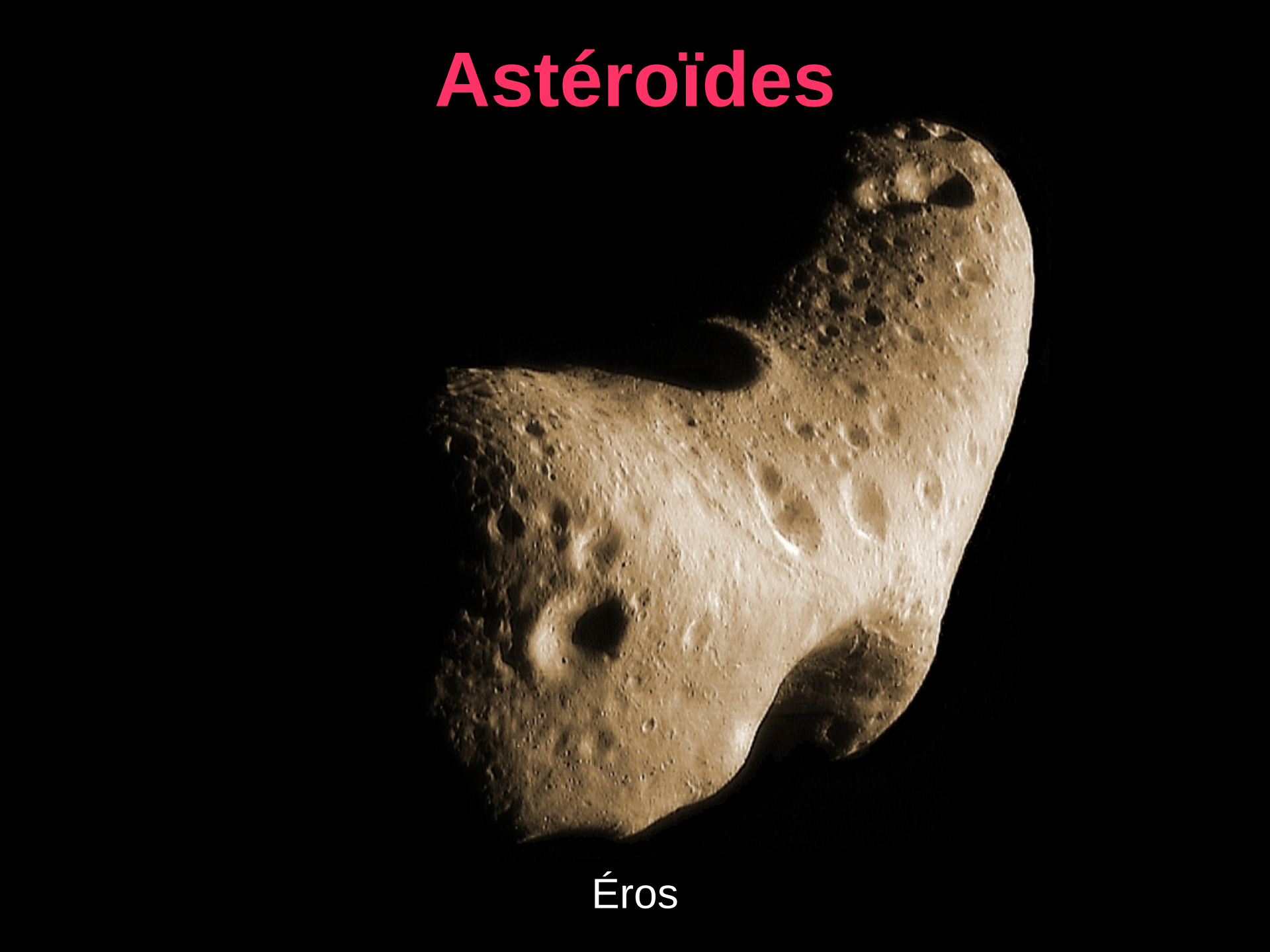
Ida & Dactyl

Astéroïdes



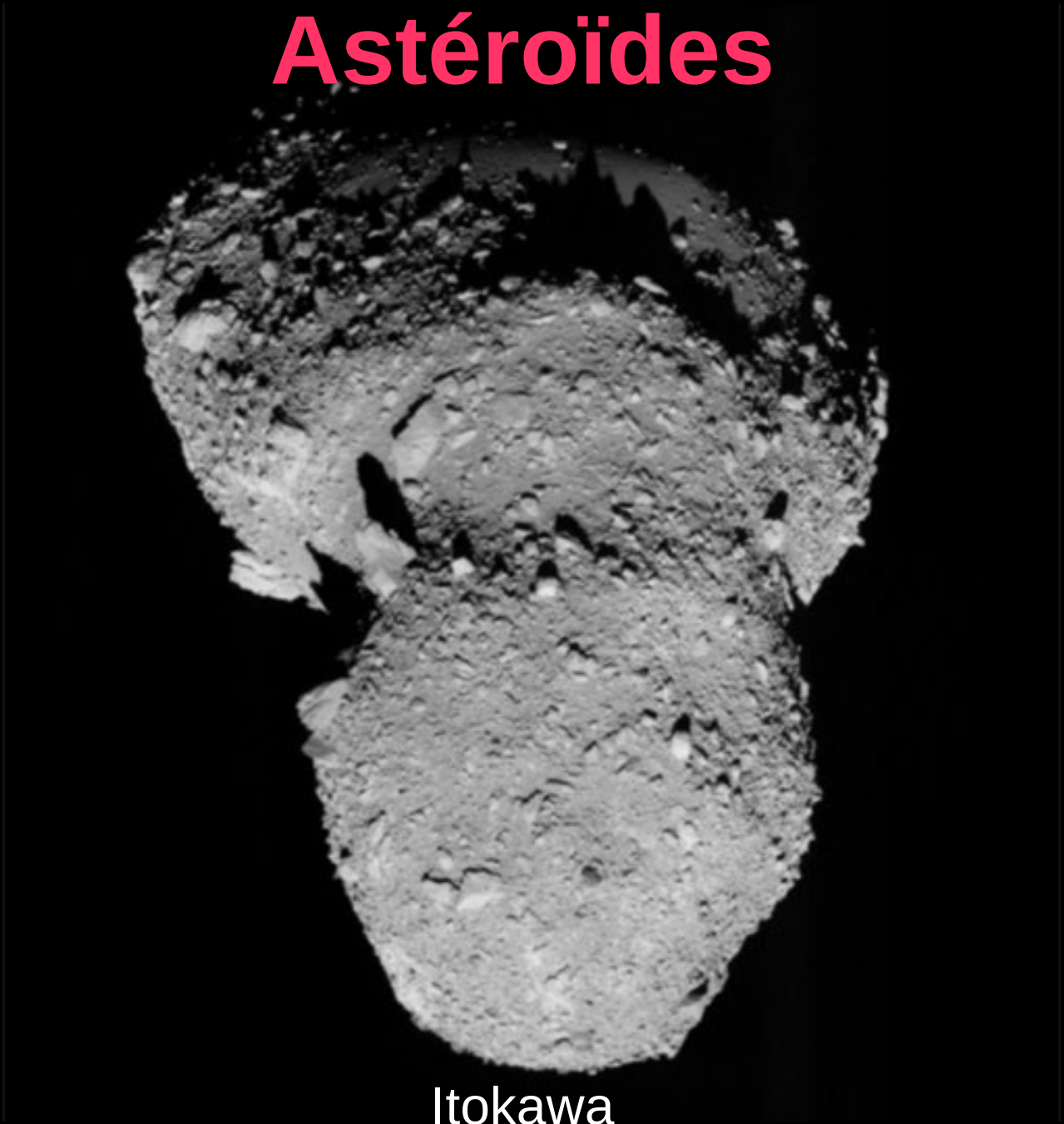
Mathilde

Astéroïdes



Éros

Astéroïdes



Itokawa

Astéroïdes

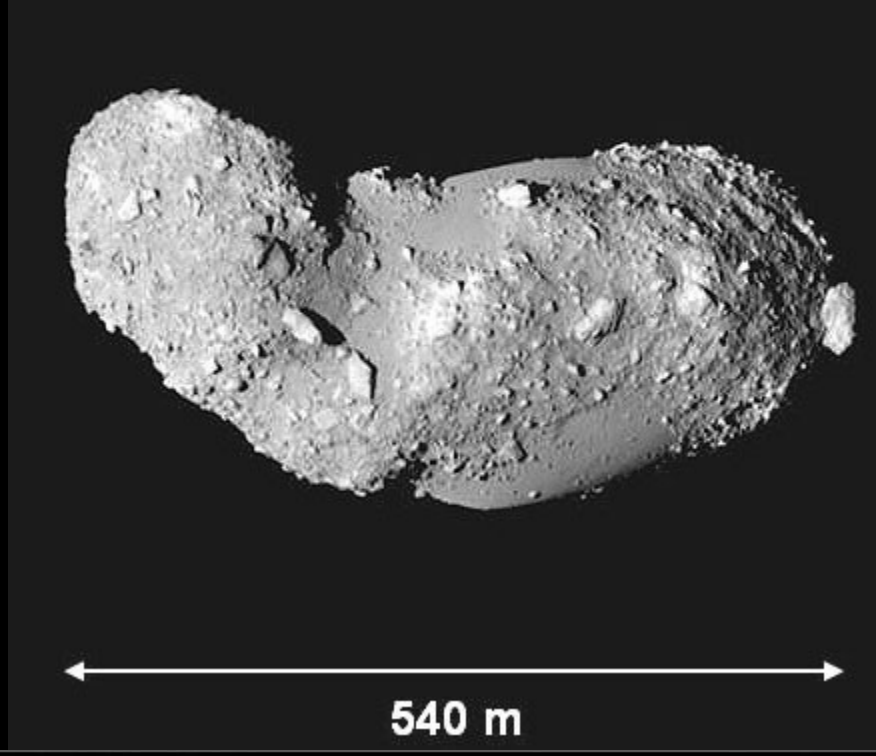
(25143) Itokawa

a = 1,7 UA

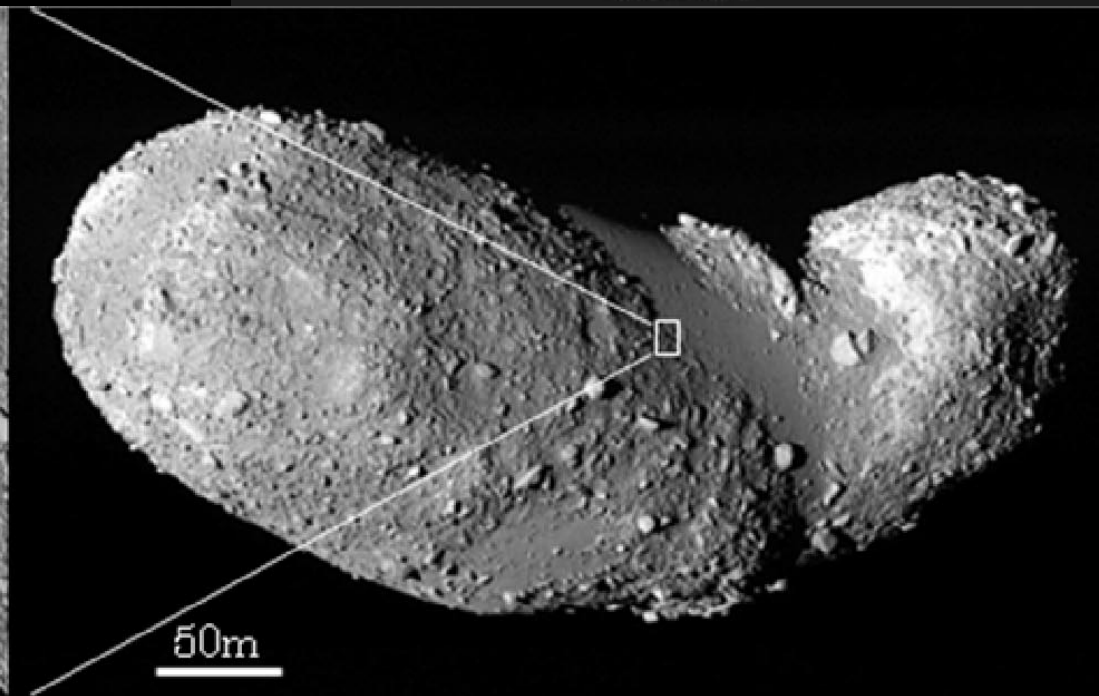
e = 0.28

i = 1,6°

~607x287x264 m ~$3x10^{10}$ kg.







Astéroïdes



4 Vesta



21 Lutetia



253 Mathilde



243 Ida / 1 Dactyl



433 Eros



951 Gaspra

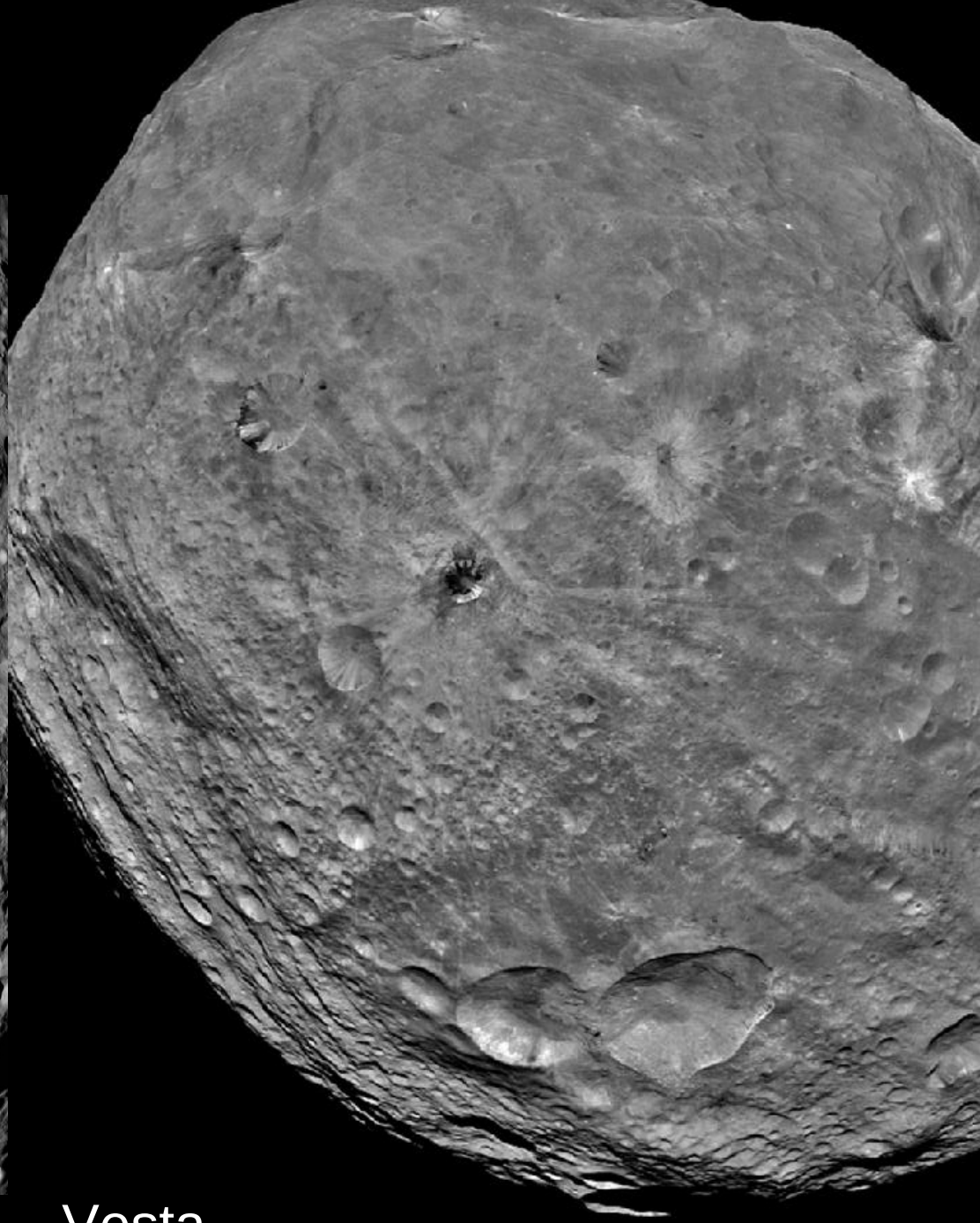
2867 Šteins

5535 Annefrank

25143 Itokawa

Astéroïdes

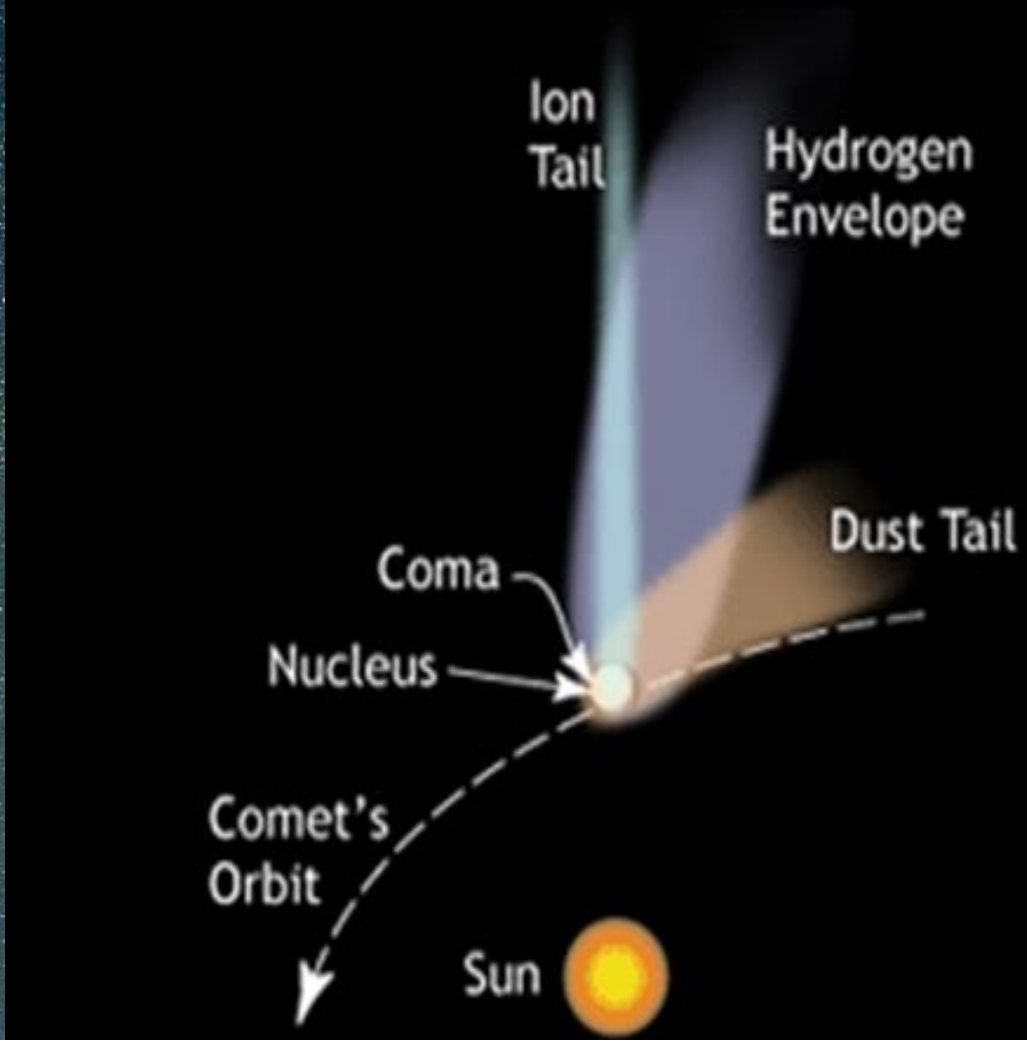




Vesta

Comètes

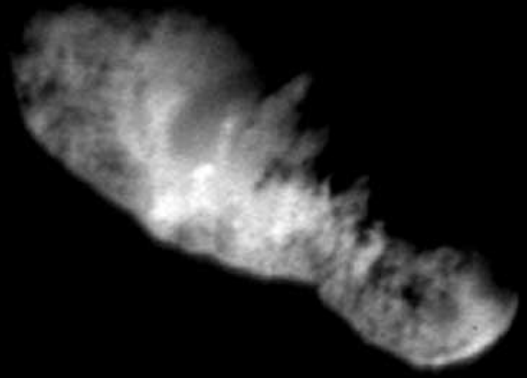



Ion Tail
Hydrogen Envelope
Dust Tail
Coma
Nucleus
Comet's Orbit
Sun

Comètes



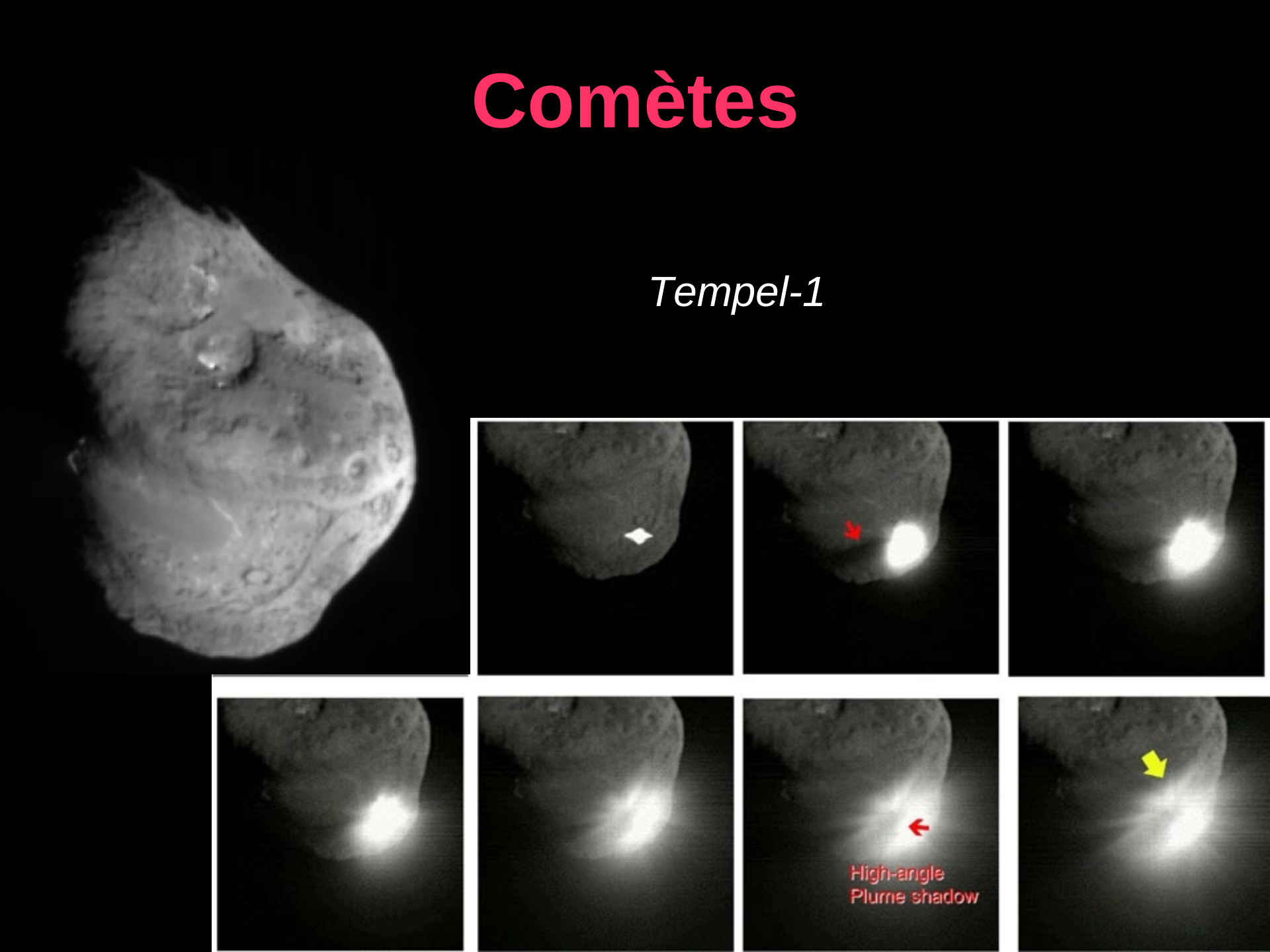
Wild 2



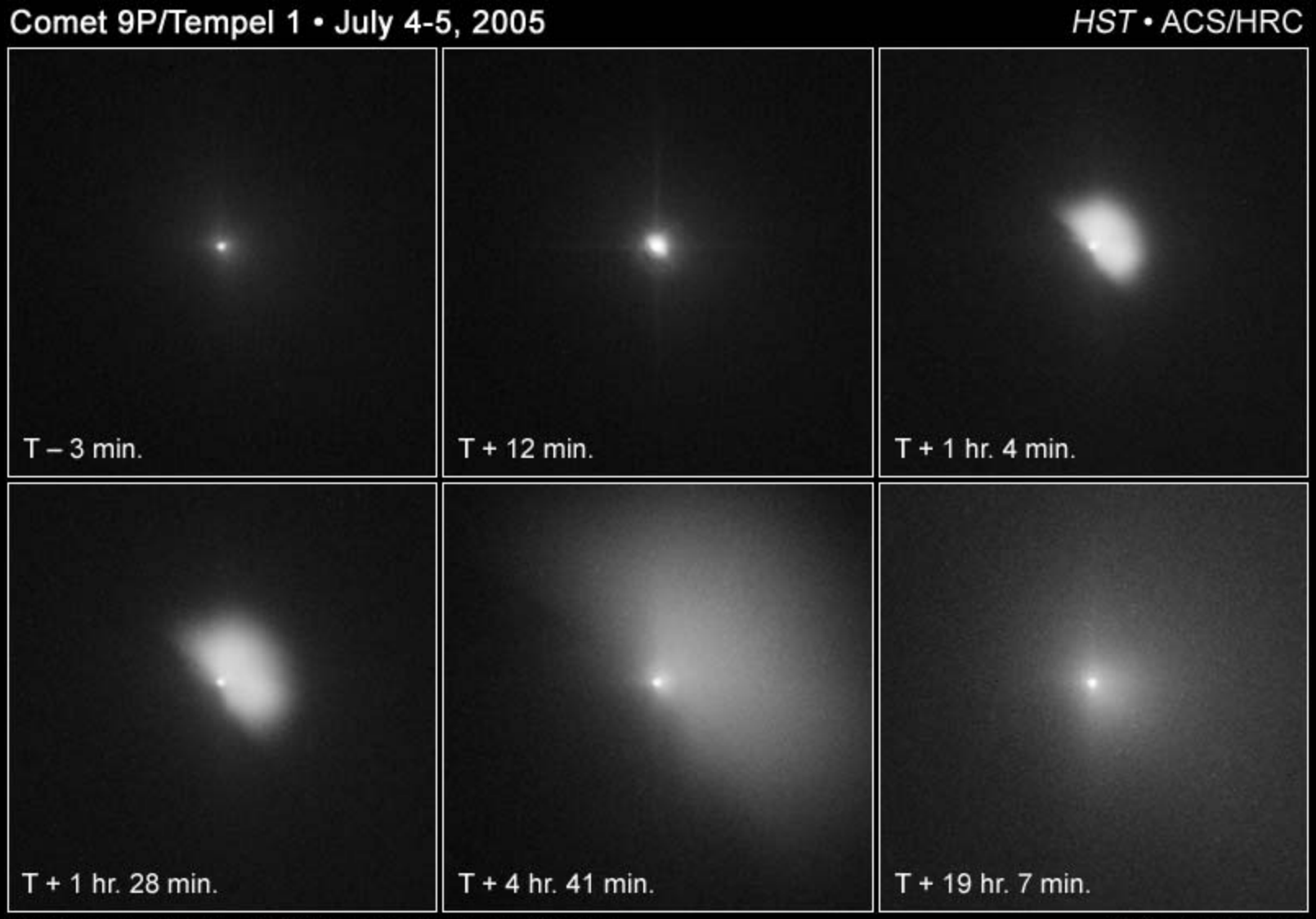
19P/Borrelly

Comètes

Tempel-1

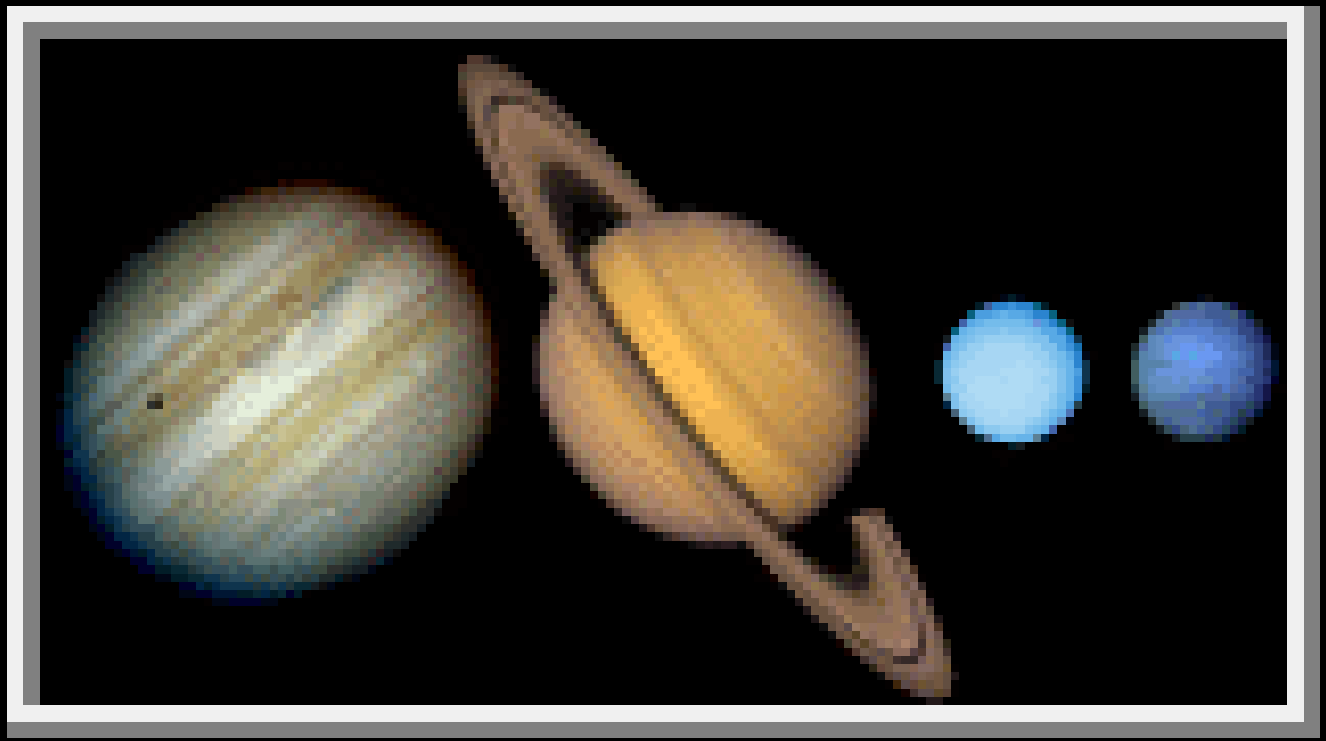


Comètes


Comet 9P/Tempel 1 • July 4-5, 2005
HST • ACS/HRC
T – 3 min.
T + 12 min.
T + 1 hr. 4 min.
T + 1 hr. 28 min.
T + 4 hr. 41 min.
T + 19 hr. 7 min.
NASA, ESA, P. Feldman (Johns Hopkins University) and
H. Weaver (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory)
STScI-PRC05-17c

III. Les planètes géantes

Plus massives, plus loin du Soleil, gazeuses.
Avec des anneaux, et plein de satellites



Géantes gazeuses

-**Jupiter & Saturne**,
les 2 plus grosses planètes:

Diamètre Jupiter = 140 000 km

Diamètre Saturne = 120 000 km.

$M_{Jupiter}$ = 300 M_{Terre} = 0,001 M_{Soleil}

$M_{Saturne}$ = 100 M_{Terre}



-Essentiellement H et He,
composition semblable au Soleil.



-Coeur solide de ~10 M_{Terre}.

Géantes gazeuses

- faible densité : 1,4 et 0,7.

-Atmosphère très dense:
on ne voit que la couche externe

-Rotation rapide et
fort champ magnétique

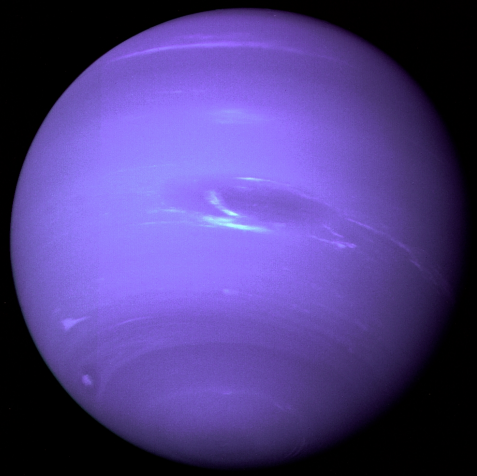


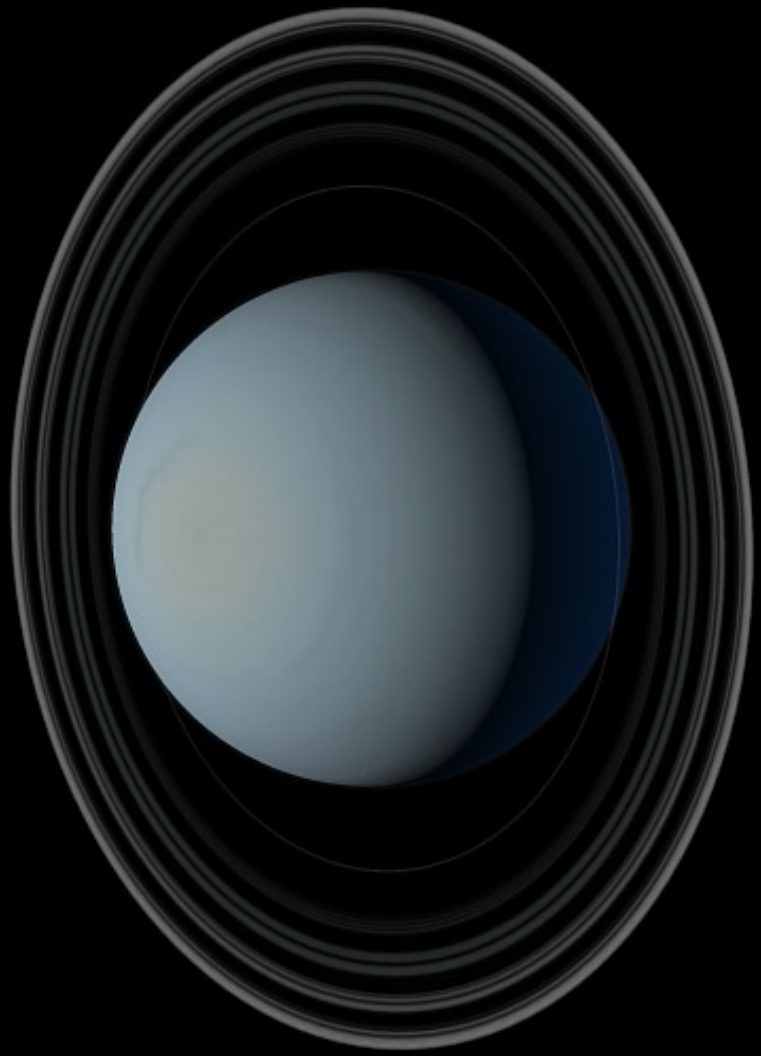


Géantes de Glace

-Uranus et Neptune,
planètes les plus externes

-Beaucoup plus petites que les gazeuses, ~ 15 M_{Terre}.





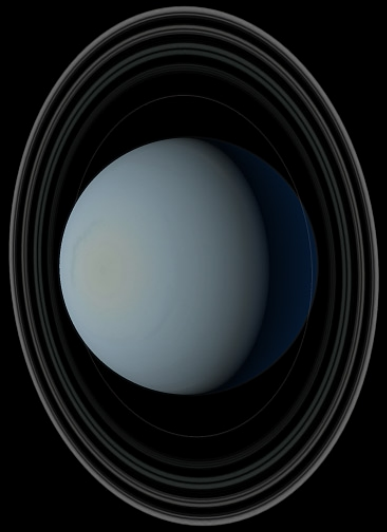
Géantes de Glace

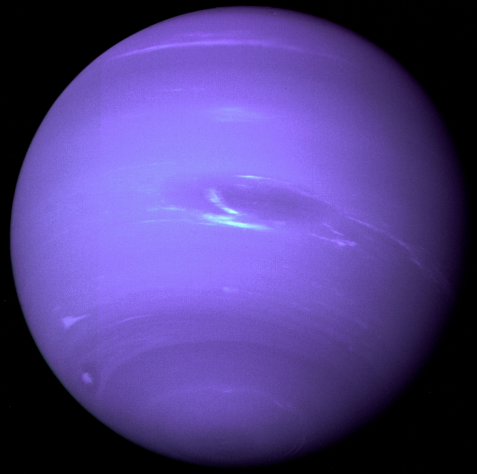
-Uranus et Neptune,
planètes les plus externes

-Beaucoup plus petites que les gazeuses, ~ 15 M_{Terre}

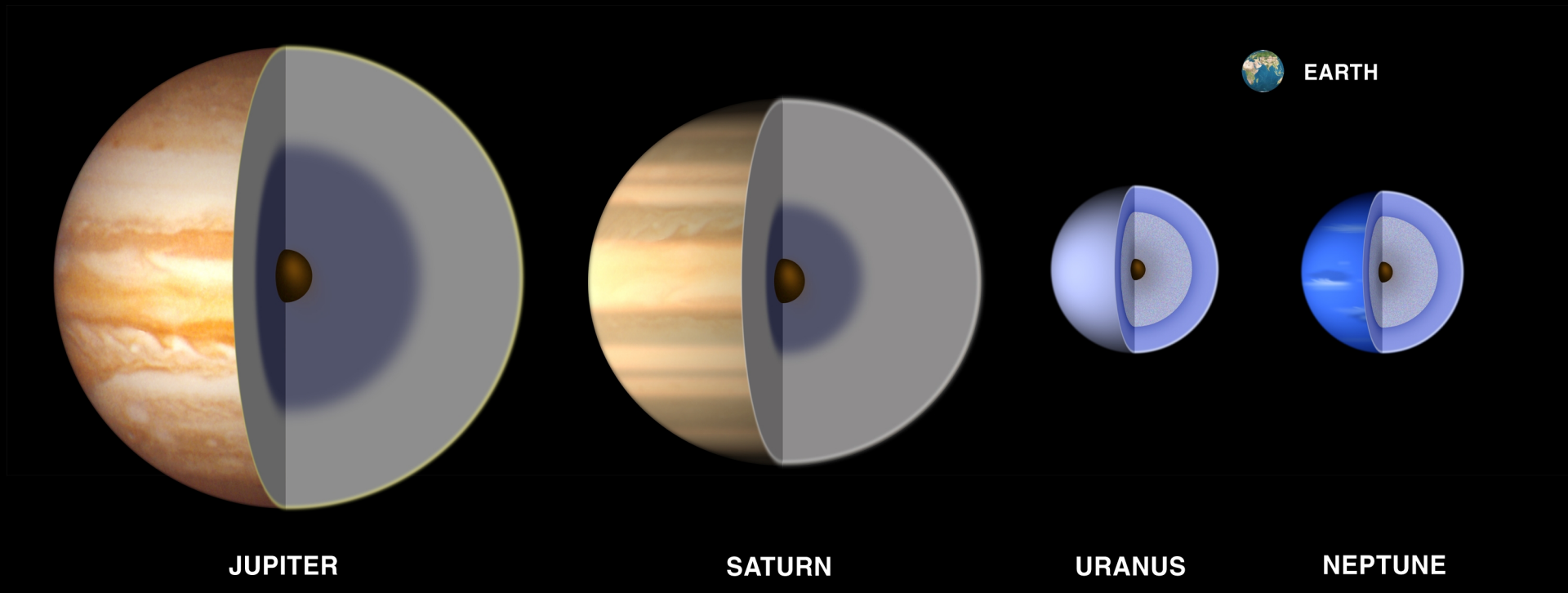
-Essentiellement composées de “glaces” d'éléments volatils (H_20, $C0_2$)

Nuages de méthane dans des atmosphères froide de H-He.



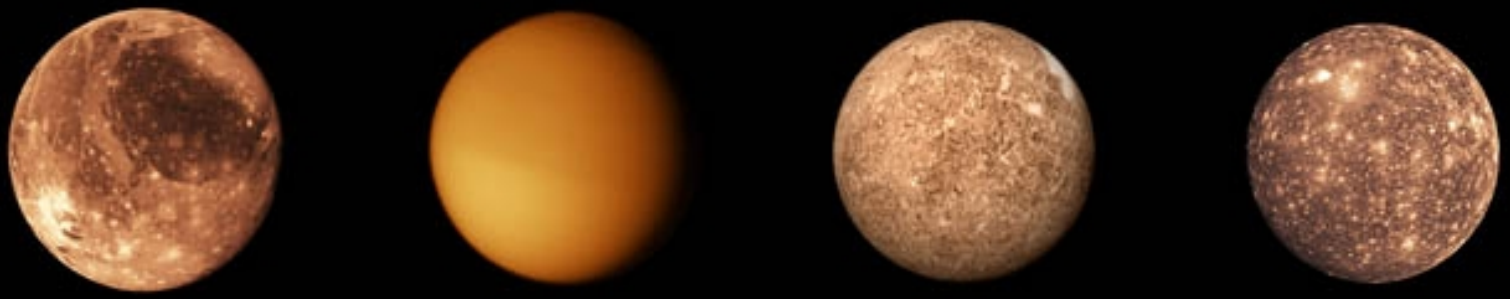


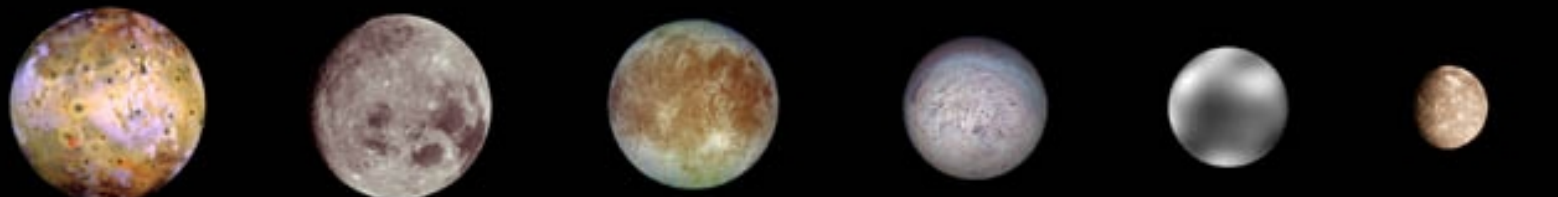
Les géantes



- Molecular hydrogen
- Metallic hydrogen
- Hydrogen, helium, methane gas
- Mantle (water, ammonia, methane ices)
- Core (rock, ice)

Les géantes: leurs satellites



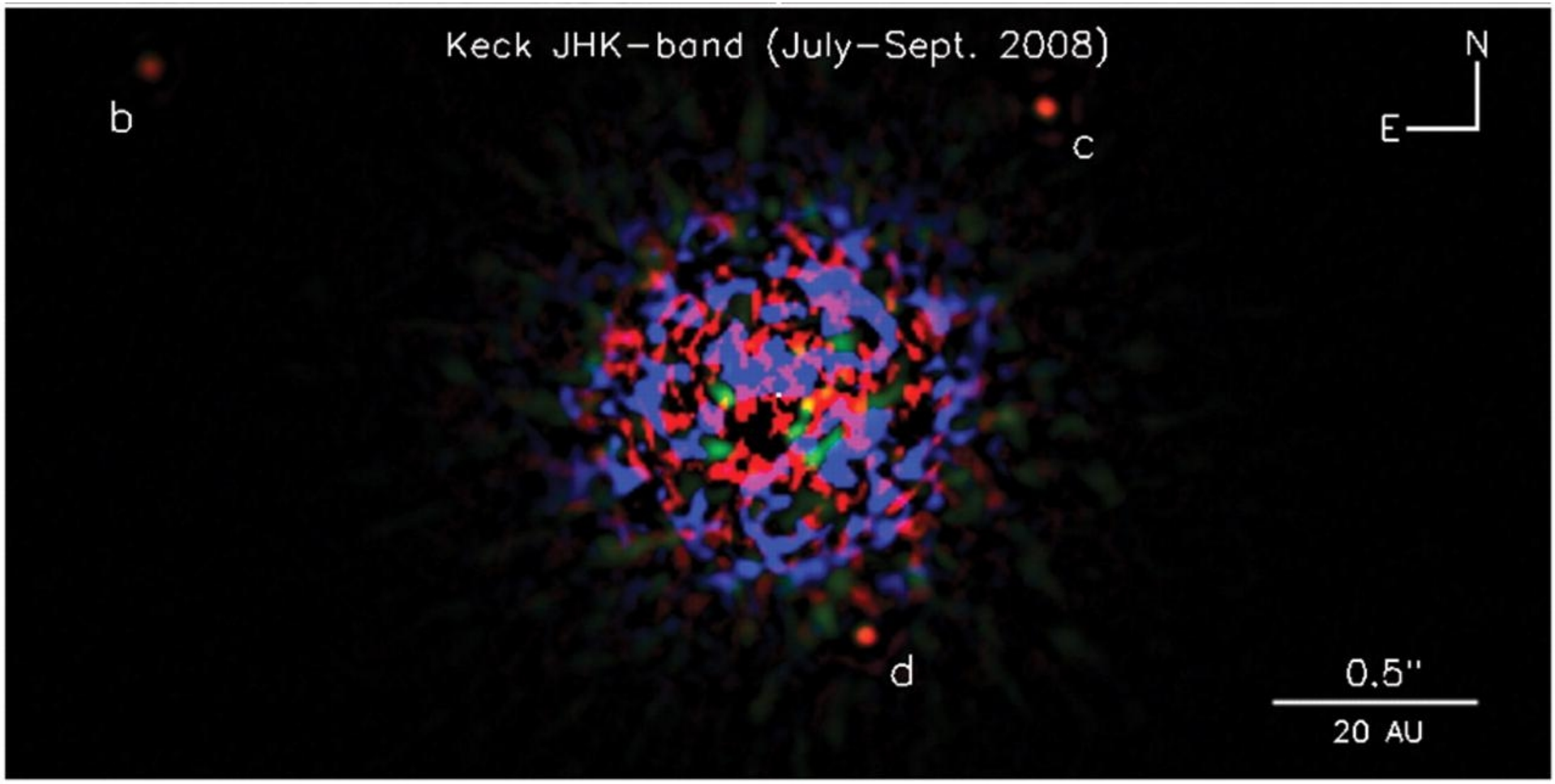


The Largest Moons and Smallest Planets

© Copyrgiht 1999 by Calvin J. Hamilton

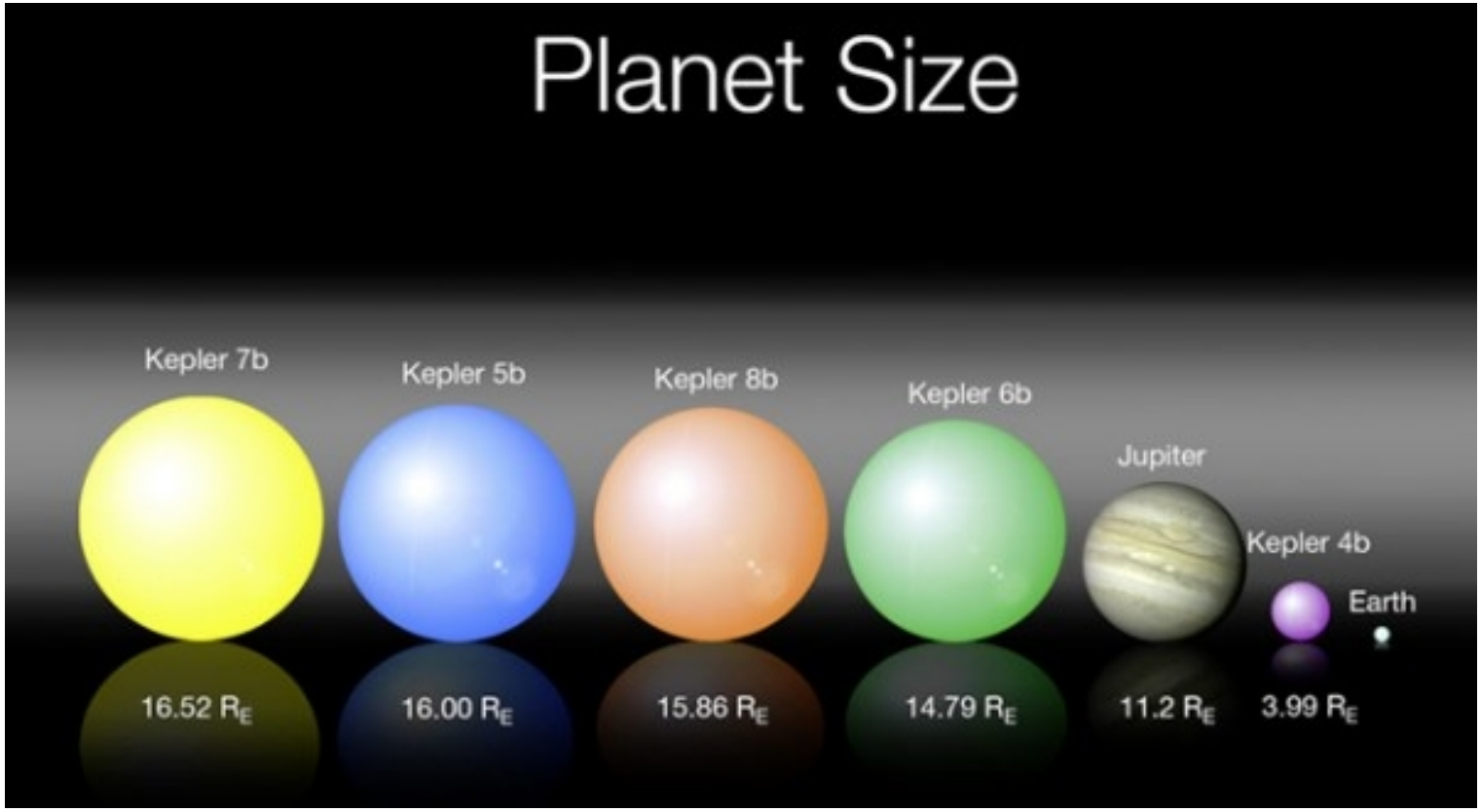
EXO PLANÈTES

Depuis 1995, on connait des planètes autour d'autres étoiles que le Soleil : les exo-planètes.



EXO PLANÈTES

Tailles très variables...



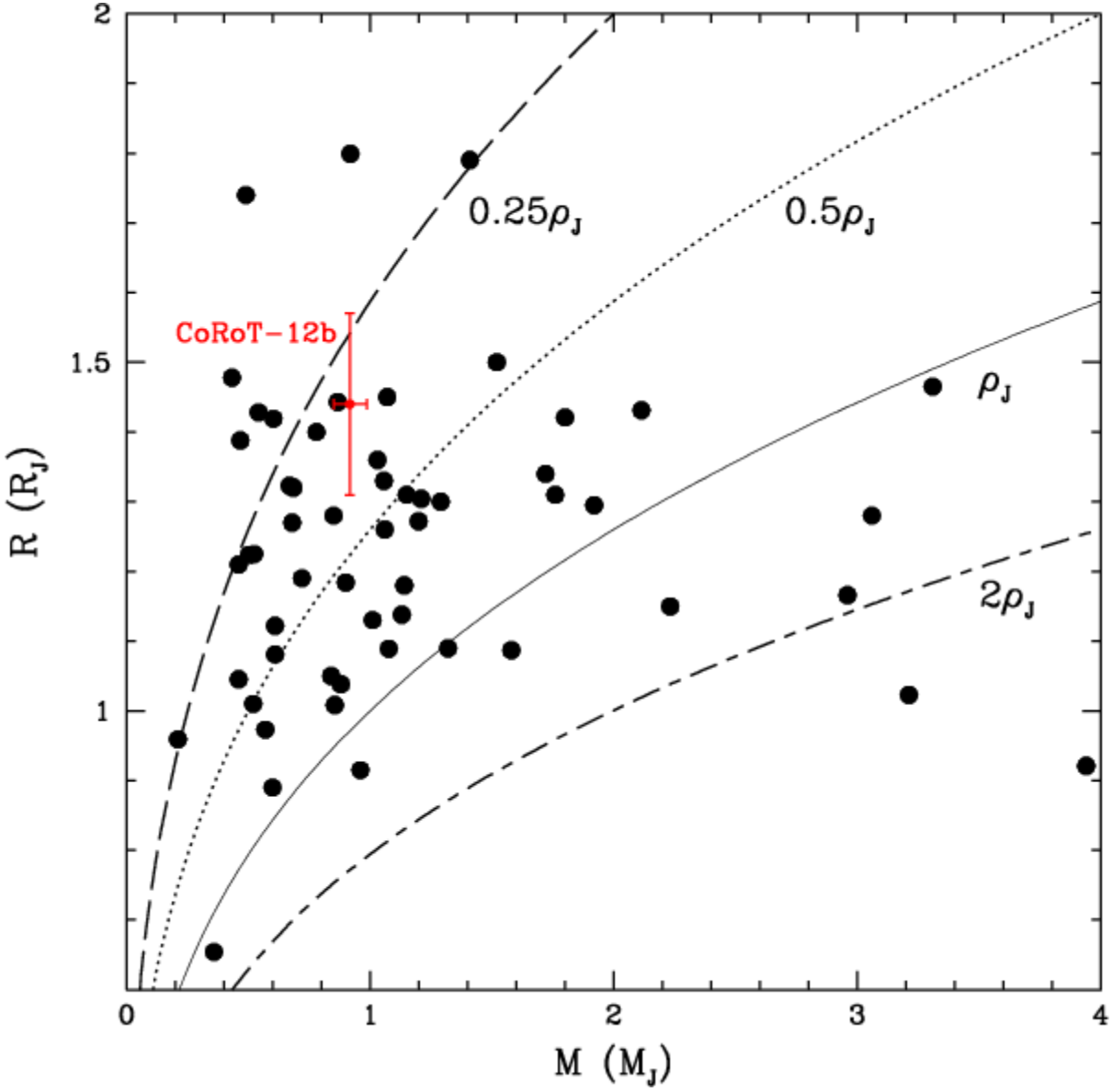
EXO PLANÈTES

Masses très variables aussi !

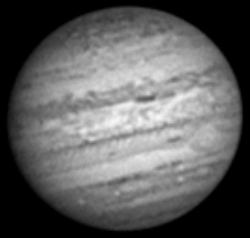
Densité ?

Composition ?

Formation ?



Le monde de Jupiter



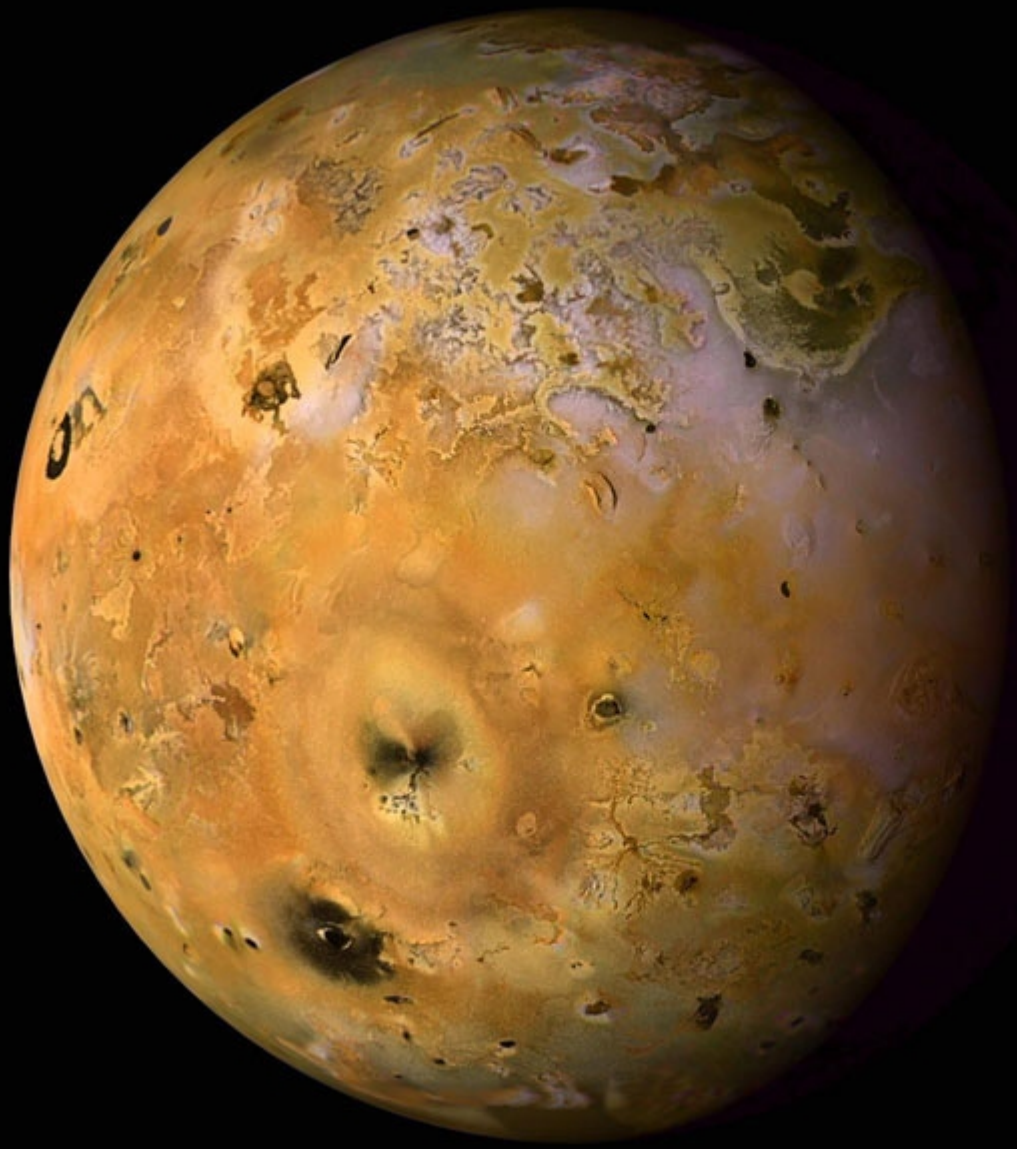
Le monde de Jupiter





NASA/JPL/P46599/PIA00144

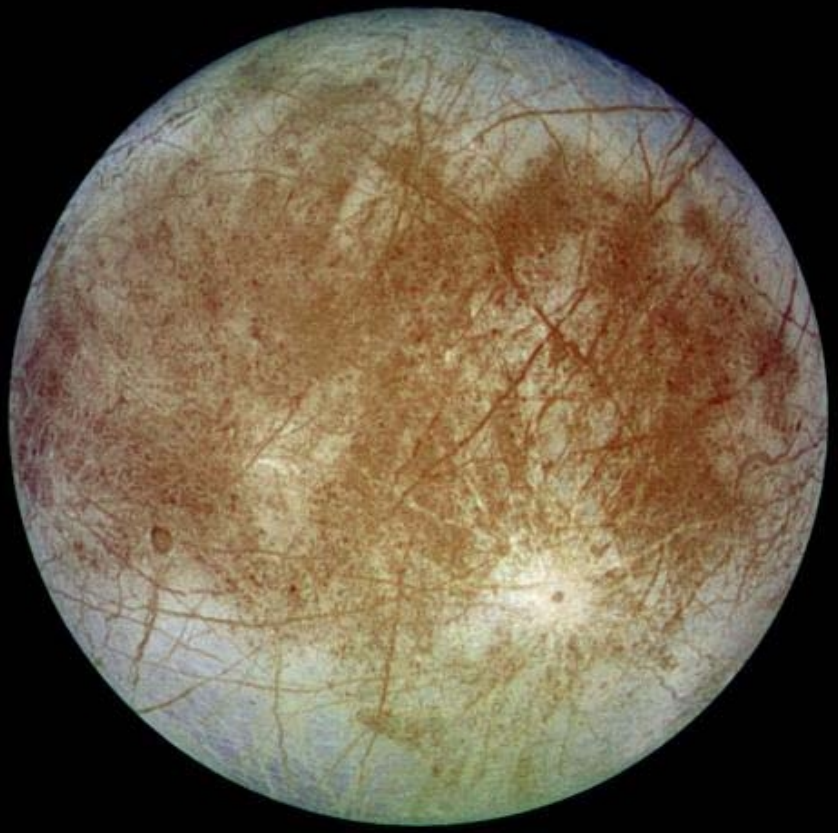
Le monde de Jupiter



Io



Le monde de Jupiter





Europe

Le monde de Jupiter



Ganymède





Le monde de Jupiter





Callisto

Le monde de Saturne



Le monde de Saturne



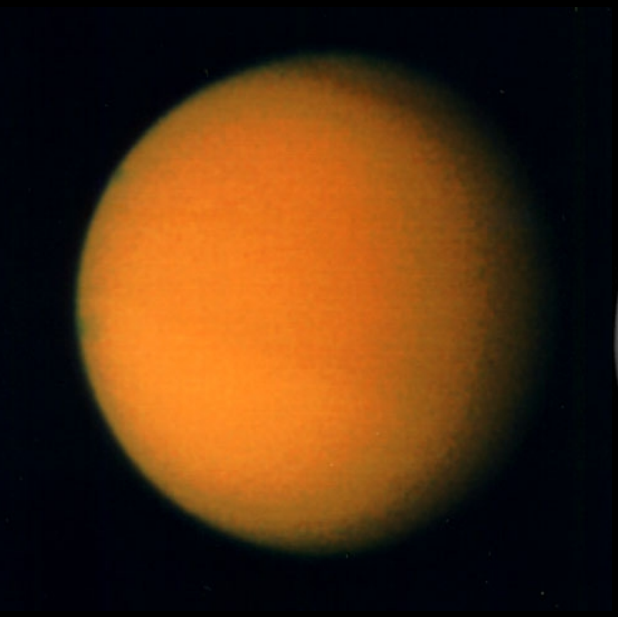
Hypérion

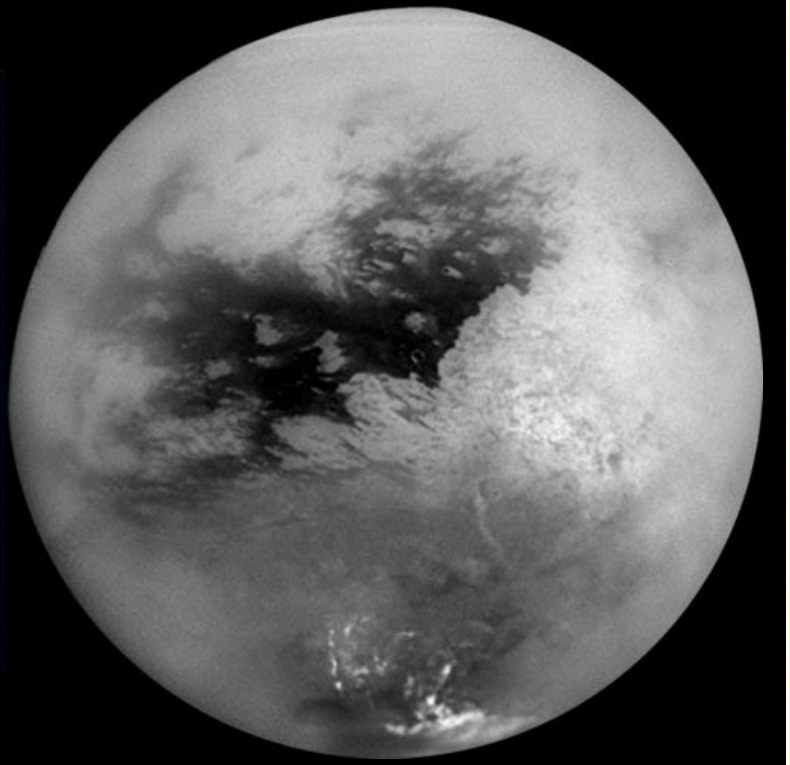


Phoebe

Le monde de Saturne

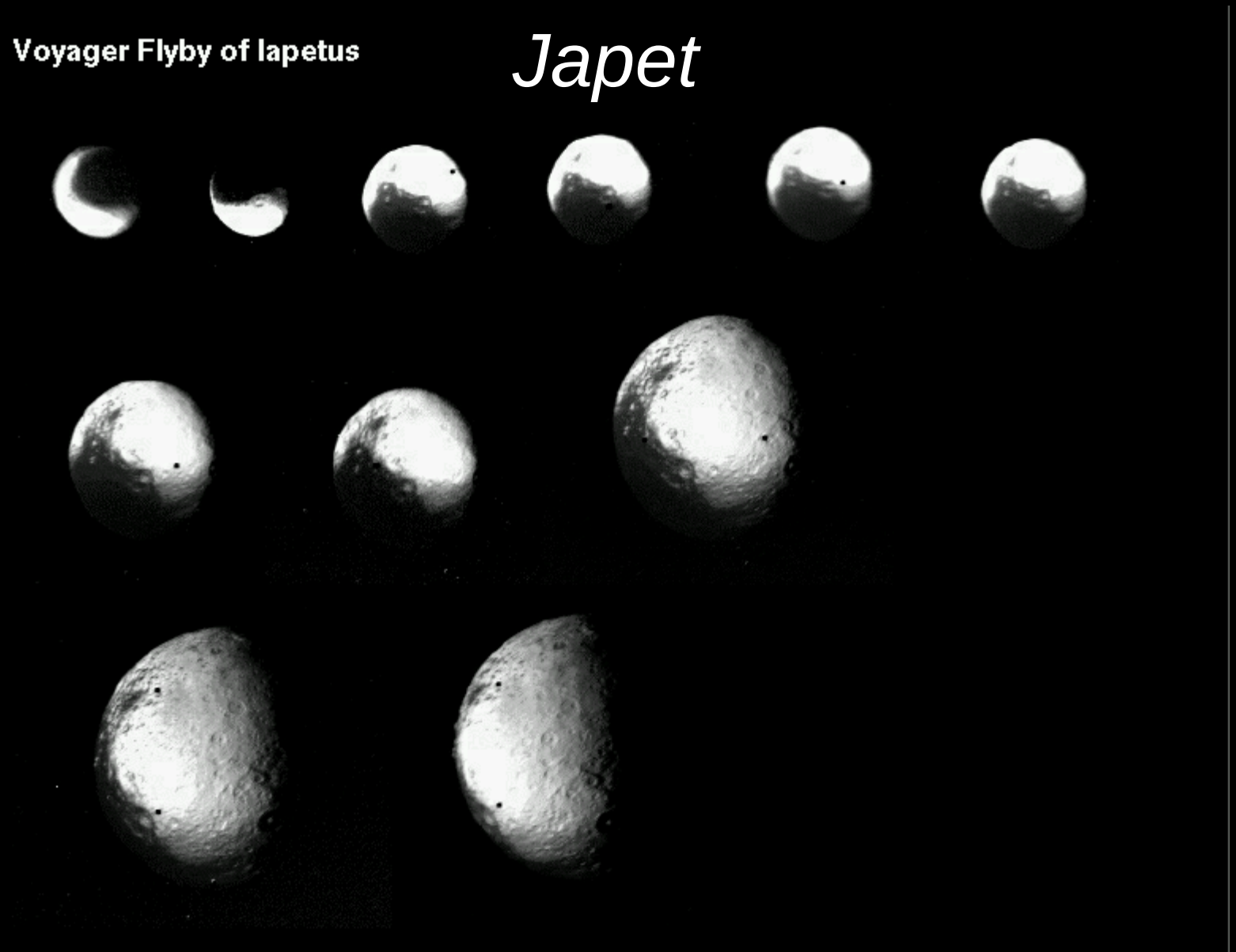
Titan







Le monde de Saturne



Japet

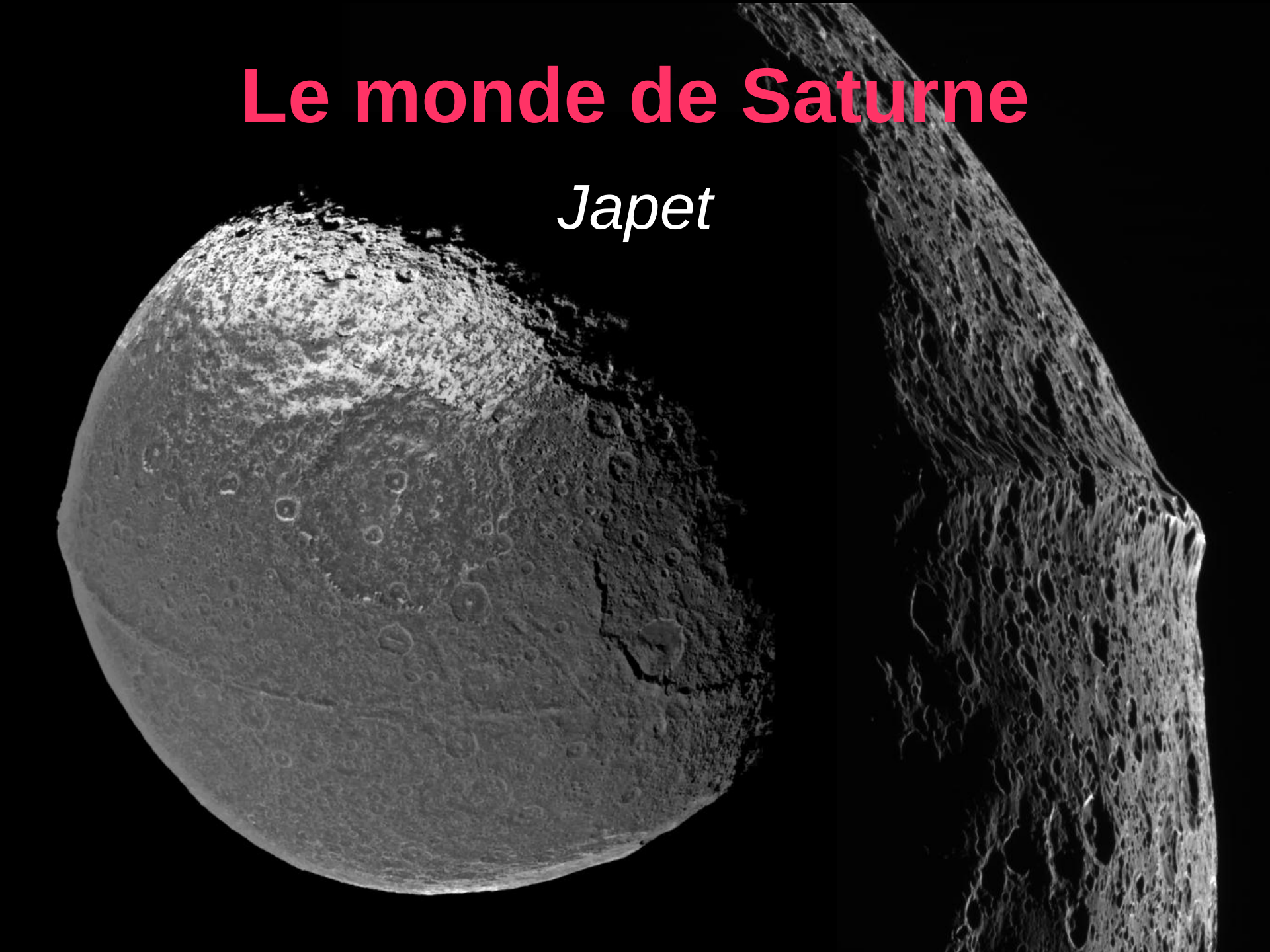
Le monde de Saturne

Japet



Le monde de Saturne

Japet



Le monde de Saturne



Janus et Prométhée

Le monde de Saturne

Encelade



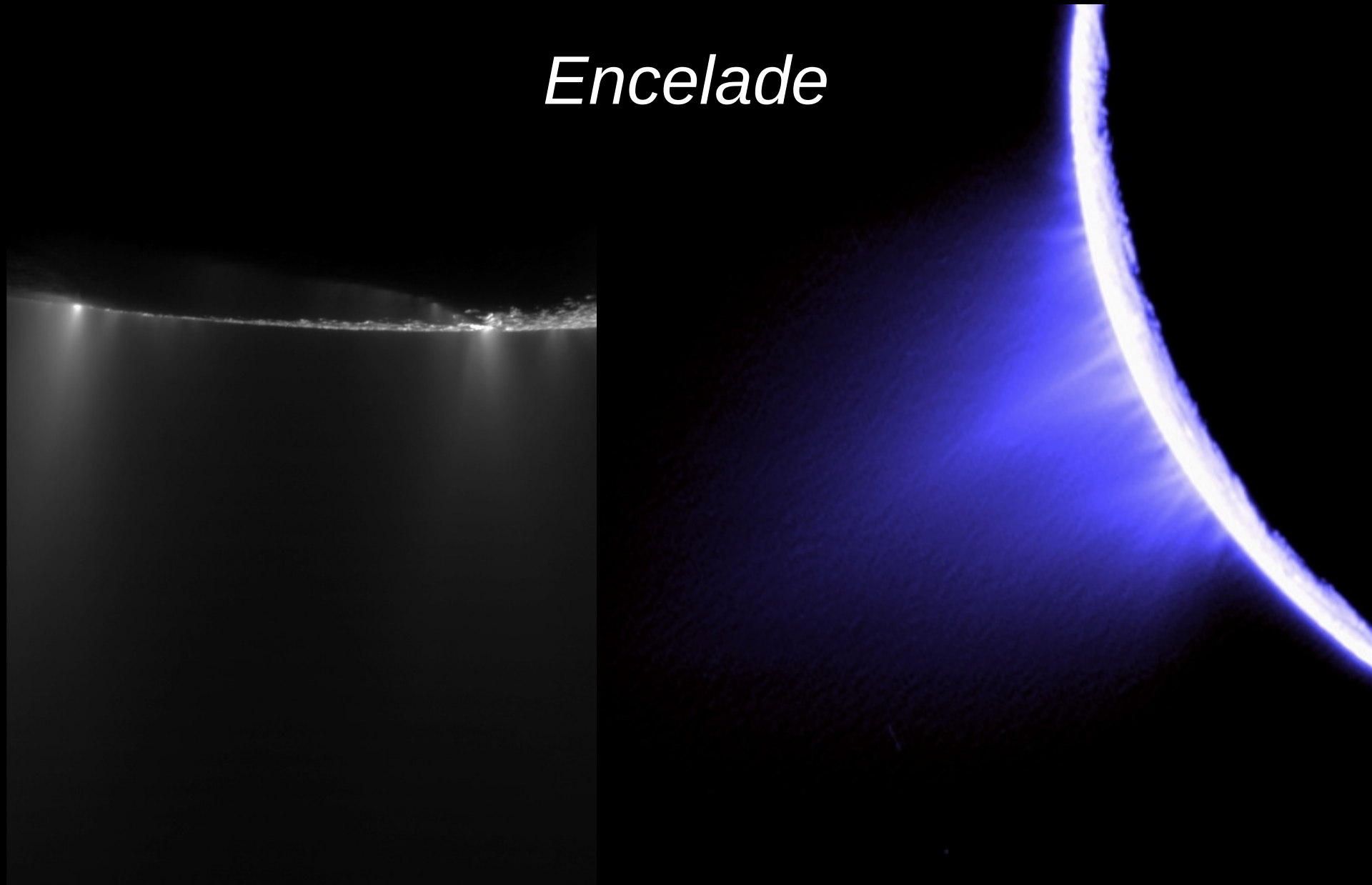
Le monde de Saturne

Encelade



Le monde de Saturne

Encelade



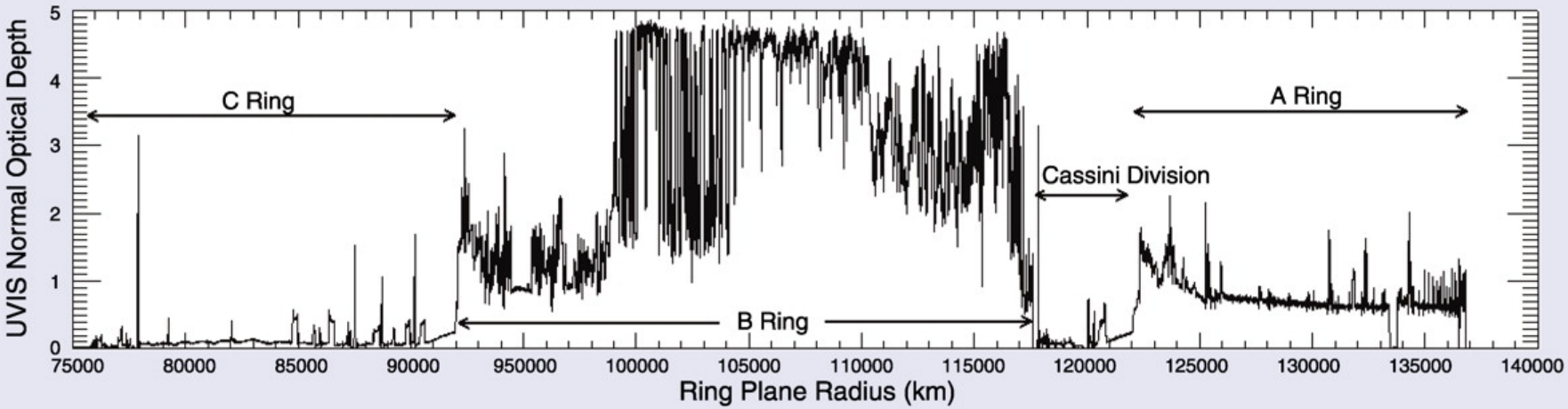
Le monde de Saturne

Encelade et l'anneau E



Le monde de Saturne

Les anneaux

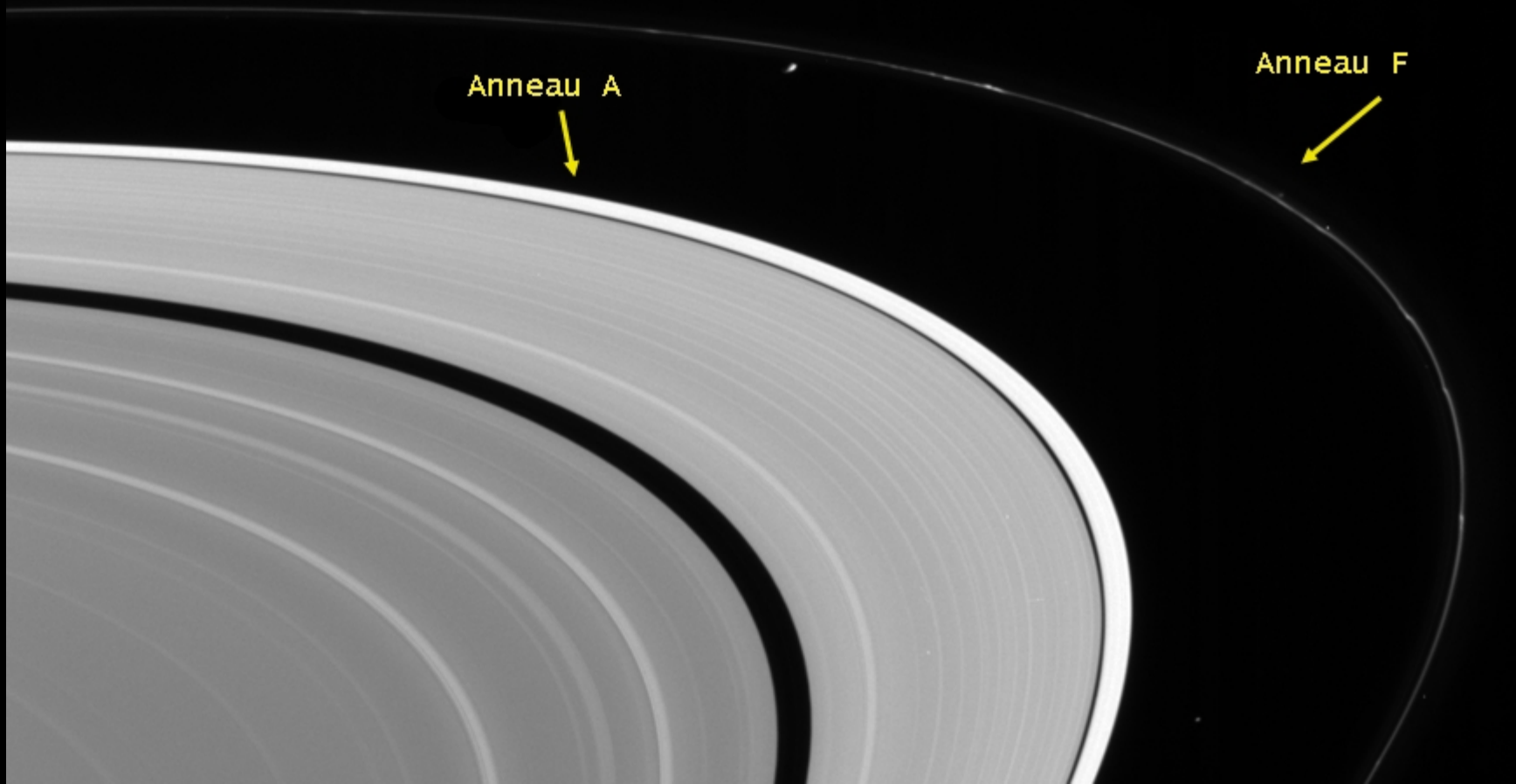


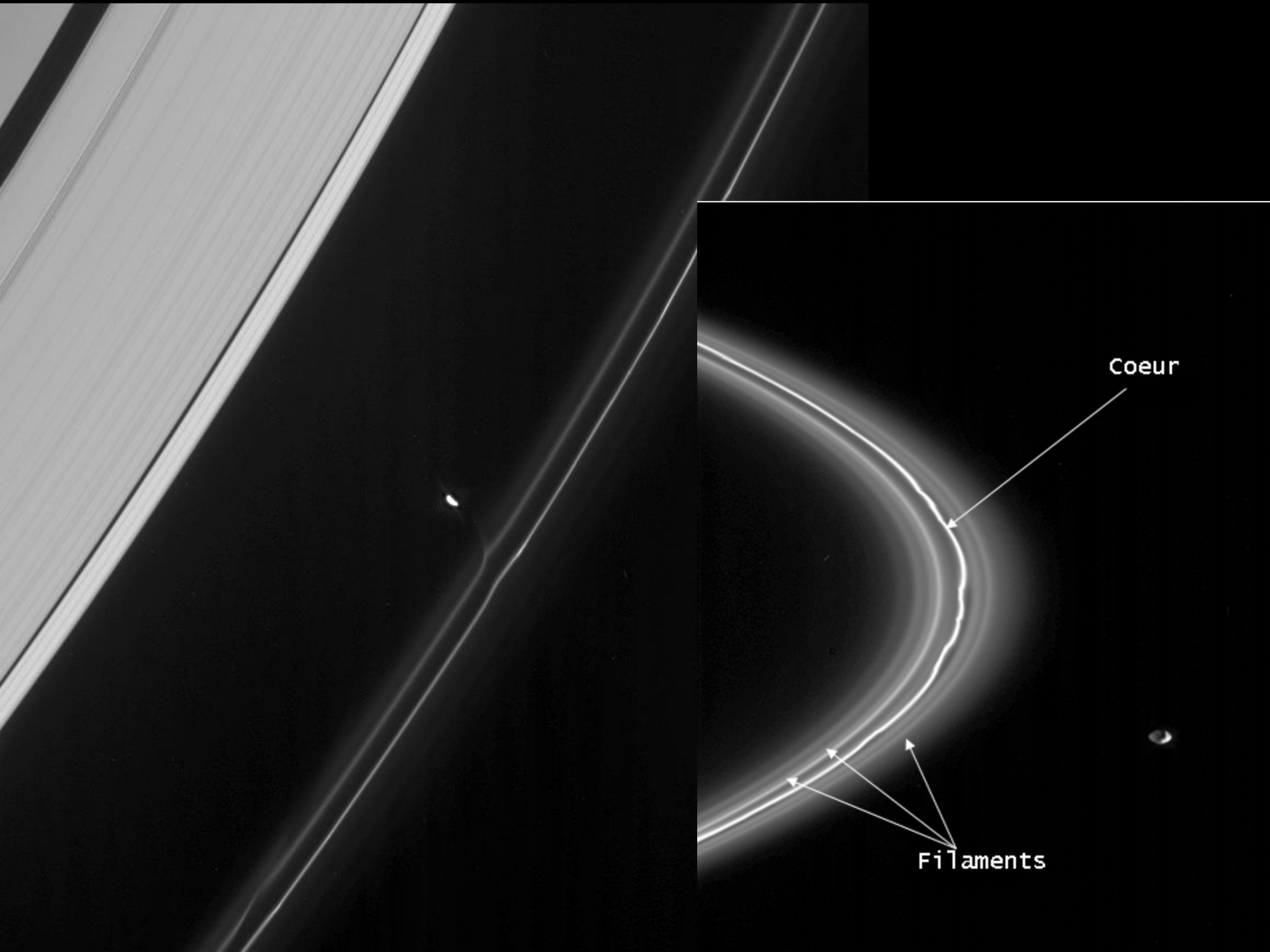


Le monde de Saturne

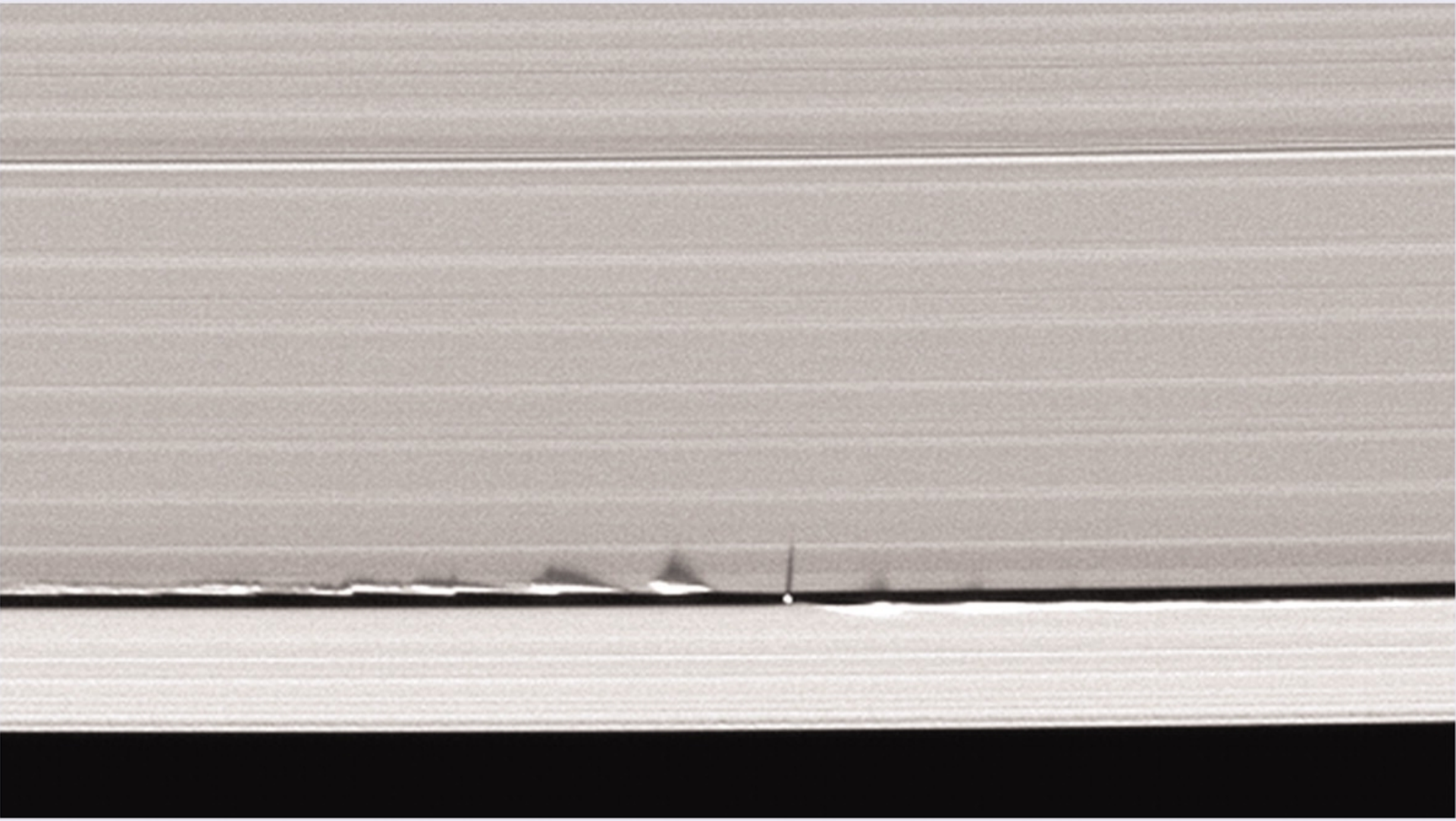
Les anneaux

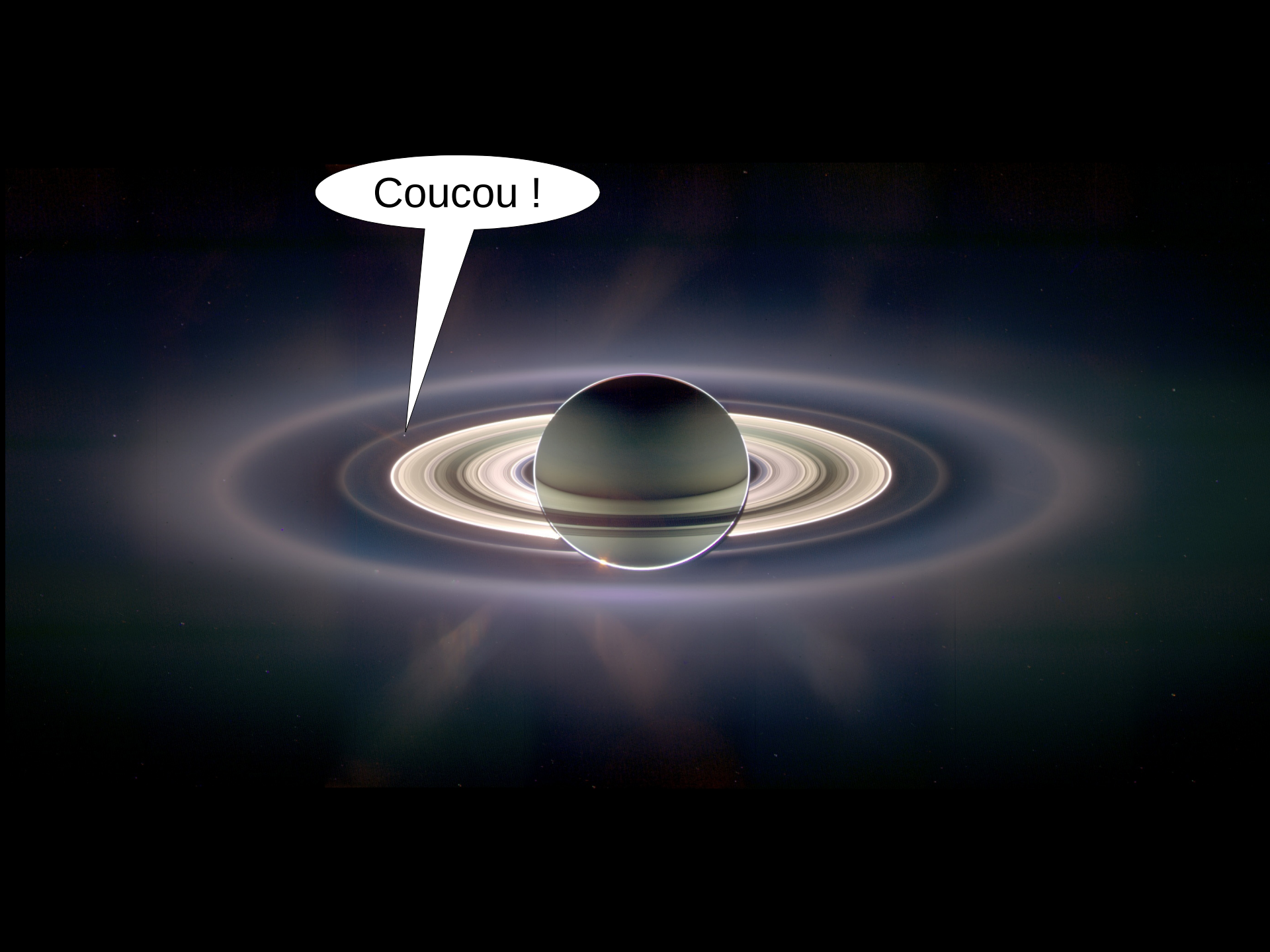
Image CASSINI de l'anneau A et de l'anneau F




Coeur
Filaments

Le monde de Saturne




Coucou !