

**CE DOCUMENT EST DESTINÉ AUX ETUDIANTS
DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE RABAT
(MAROC)**

**LE CONTENU DE CE DOCUMENT EST COMMENTÉ
DANS LE DETAIL PENDANT LES SEANCES DE COURS**

POUR TOUT AUTRE USAGE IL CONVIENT DE CITER LA SOURCE

CHAPITRE III

LE SYSTEME SOLAIRE

I - ORGANISATION DU SYSTEME SOLAIRE

1. - constitution

- le **Soleil** : une étoile moyenne
- les **planètes** : gravitent autour du Soleil

Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton

Mon Vieux, Tu M'as Jeté Sur Une Nouvelle Planète !

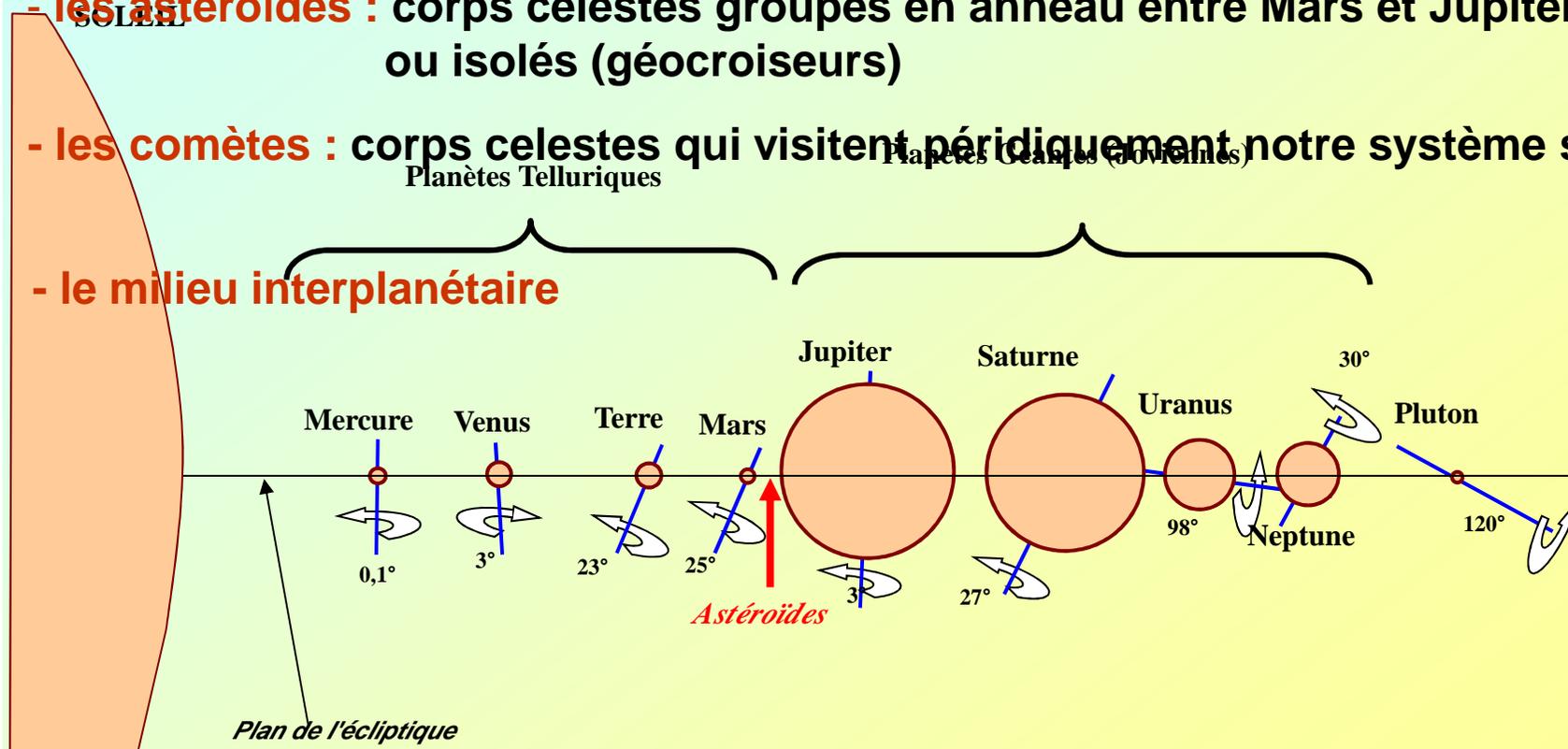
- les **satellites** : astres qui gravitent autour des planètes

Fig. 1 : Systeme Solaire

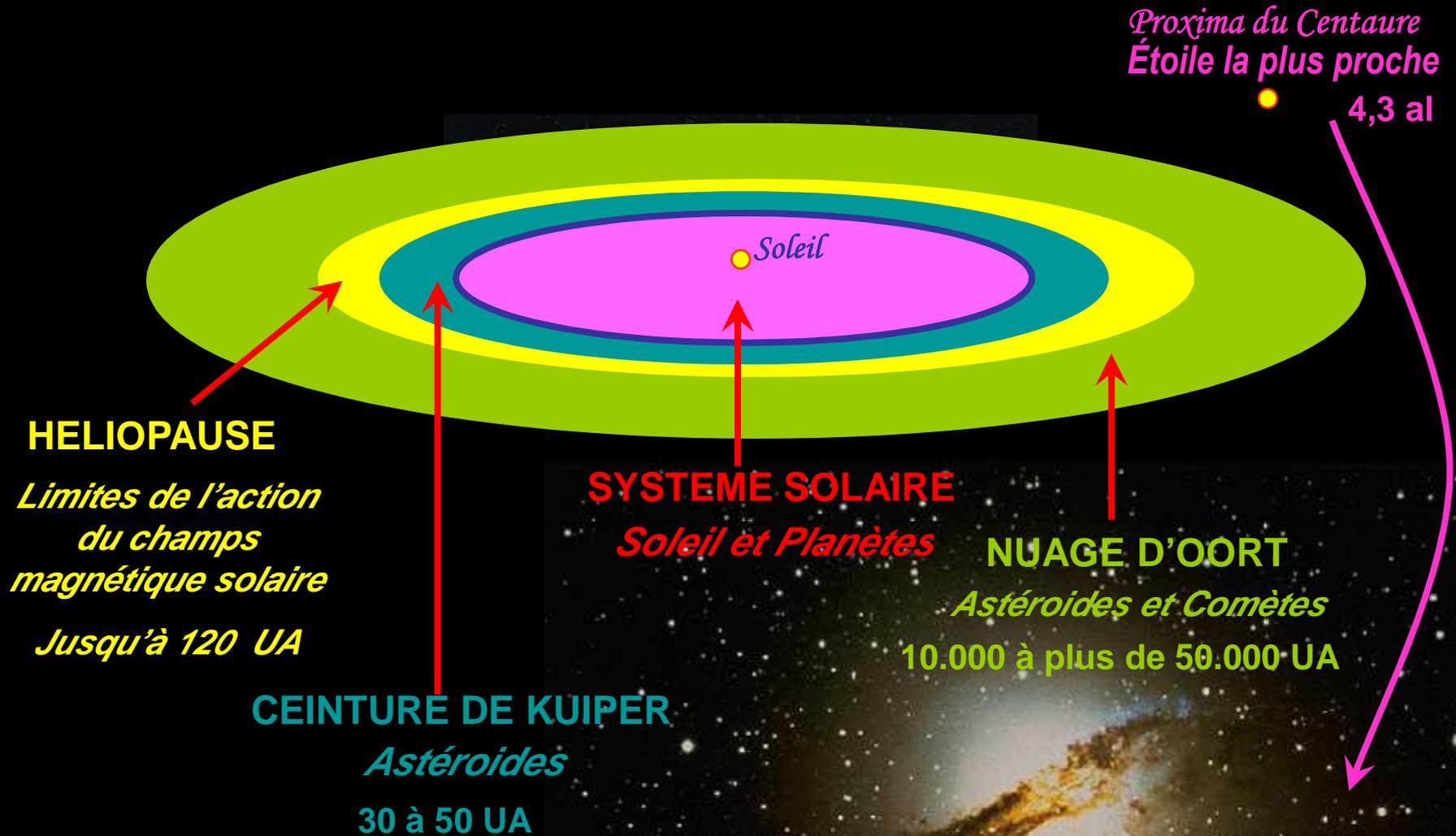
- les **astéroïdes** : corps celestes groupés en anneau entre Mars et Jupiter ou isolés (géocroiseurs)

- les **comètes** : corps celestes qui visitent périodiquement notre système solaire

- le **milieu interplanétaire**

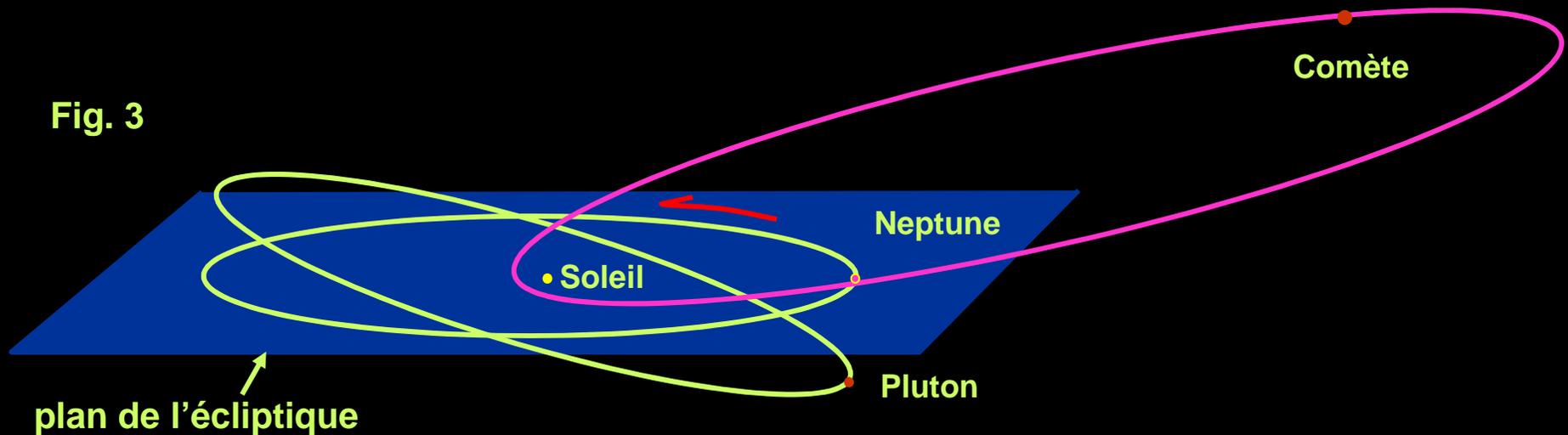


3. – Dimensions et limites



4. – Orbites et rotations des planètes

- gravitation des planètes dans le plan de l'*écliptique* sauf Pluton (orbite inclinée de $17^{\circ} 15'$)
- gravitation dans le sens anti-horaire si regarde le nord du Soleil à partir du haut
- orbites circulaires sauf pour Pluton (orbite elliptique)
- orbites des comètes très allongées vers le milieu extra système solaire



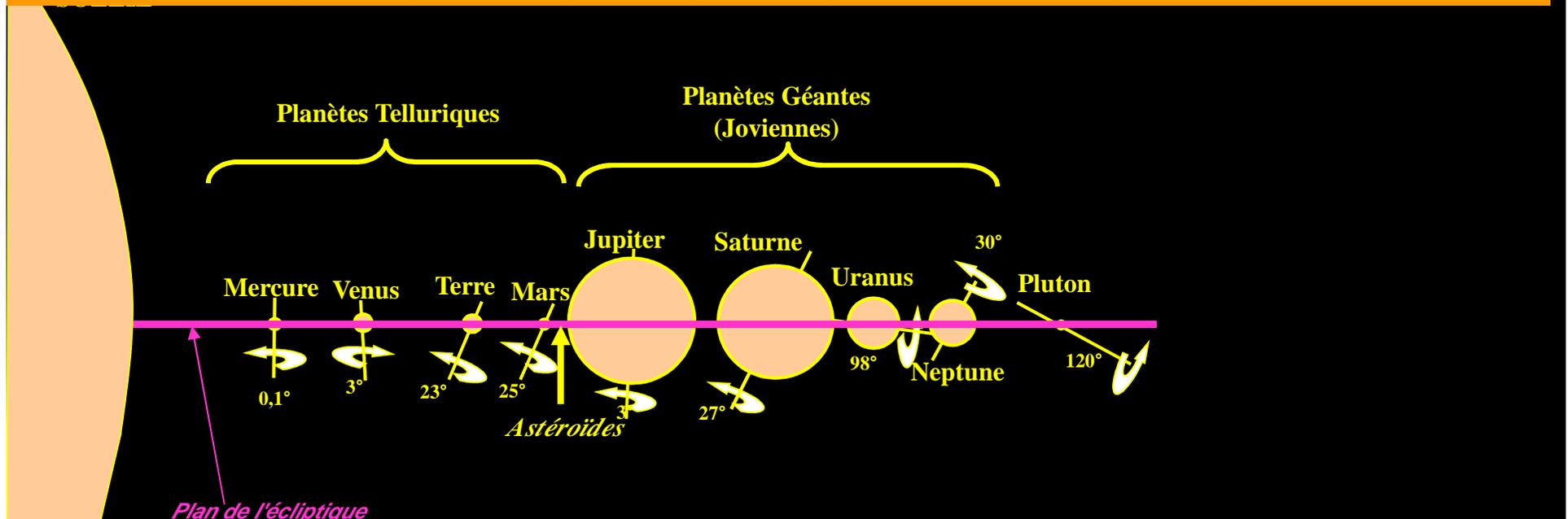
- axe de rotation presque perpendiculaire à l'écliptique sauf pour Uranus et Pluton
- rotation antihoraire des planètes sauf pour Vénus

3. – Masse

- Soleil = 99,85%;
- Planètes = 0,13%
- Comètes + Satellites + Astéroïdes + Milieu Interplanétaire = 0,02%

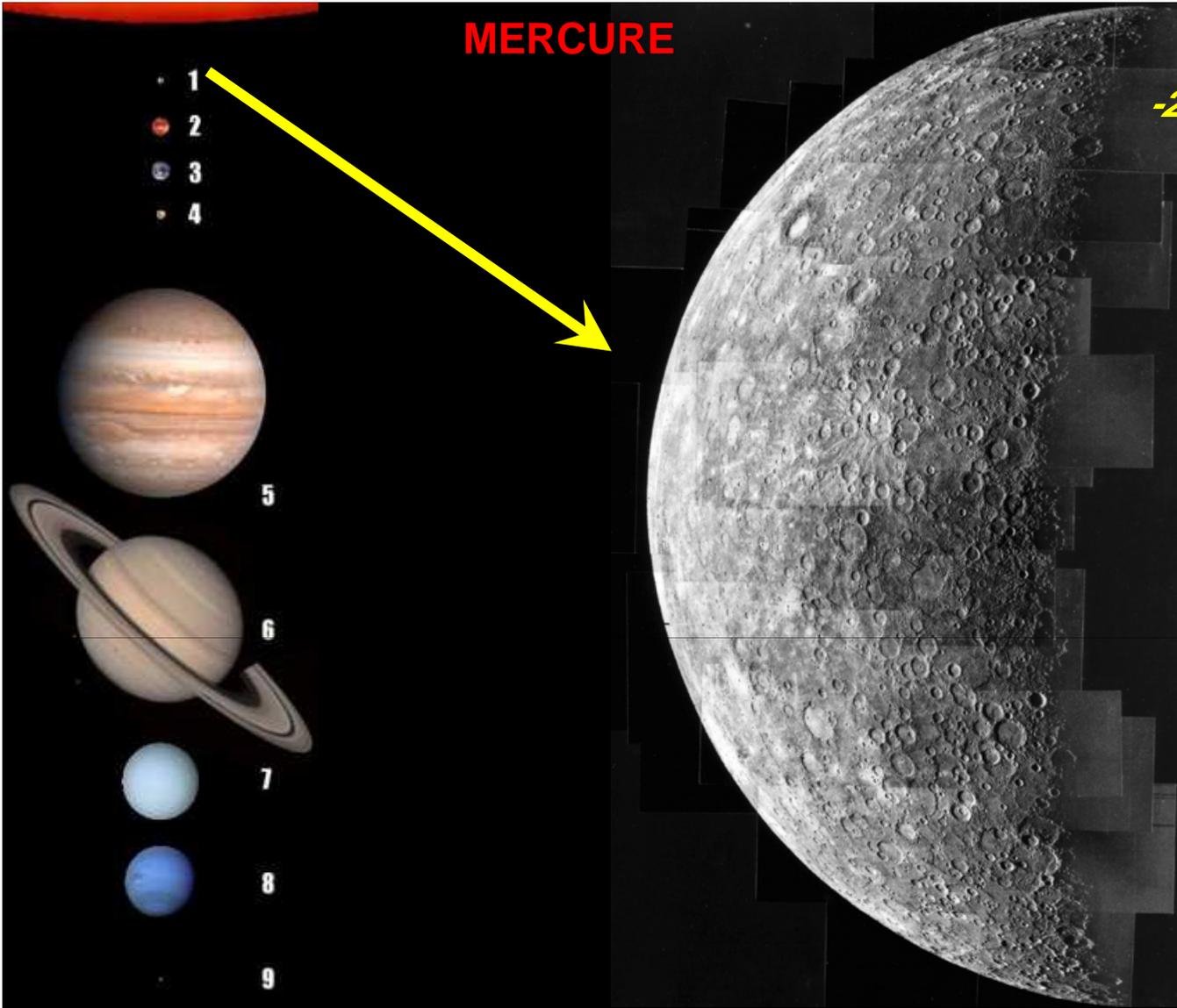
II. - LES PLANETES TELLURIQUES ET JOVIALES : CARACTERES GENERAUX

	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Incli_orbite / ecliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Mercure	0,39	2.962	0,05	87	58,7 j	0	7°	0,3°	0,21	5,43
Vénus	0,72	6.051	0,89	224	243 j	0	3,39°	3°	0,01	5,25
Terre	1,0	6.378	1,00	365	24 h	1	0,00	23°	0,02	5,52
Mars	1,5	3.392	0,11	686	24,6h	2	1,85°	25°	0,09	3,95
Jupiter	5,2	71.492	318	4.332	9,8 h	16	1,31°	3°	0,05	1,33
Saturne	9,5	60.268	95	10.759	10,6 h	18	2,49°	27°	0,06	0,69
Uranus	19,2	25.559	15	30.685	17,2 h	15	0,77°	98°	0,05	1,29
Neptune	30,1	24.764	17	60.190	16,1 h	8	1,77°	30°	0,01	1,64
Pluton	39,5	1.142	0,002	90.800	6,4 j	1	17,15°	120°	0,25	2,03



MERCURE

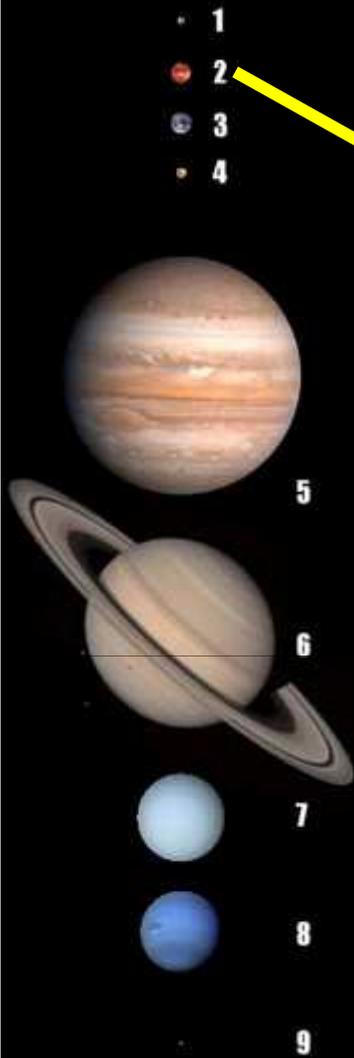
-220 °C la nuit, 400 °C le jour



	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Mercure	0,39	2.962	0,05	87	58,7 j	0	7°	0,3°	0,21	5,43

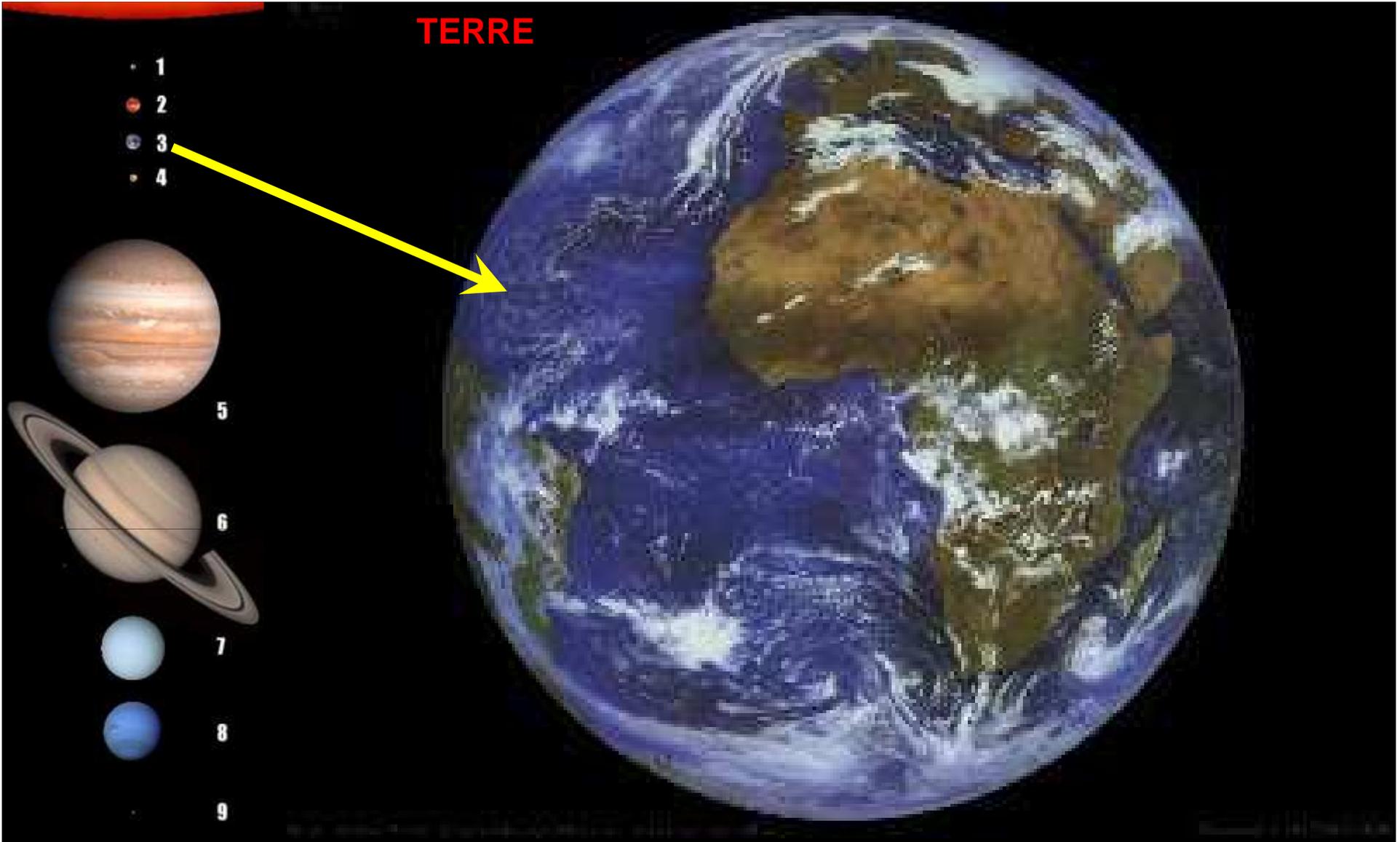
VENUS

atmosphère : vapeur d'eau et d'acide sulfurique
température : Environ 460 °C



	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Vénus	0,72	6.051	0,89	224	243 j	0	3,39 °	3°	0,01	5,25

TERRE

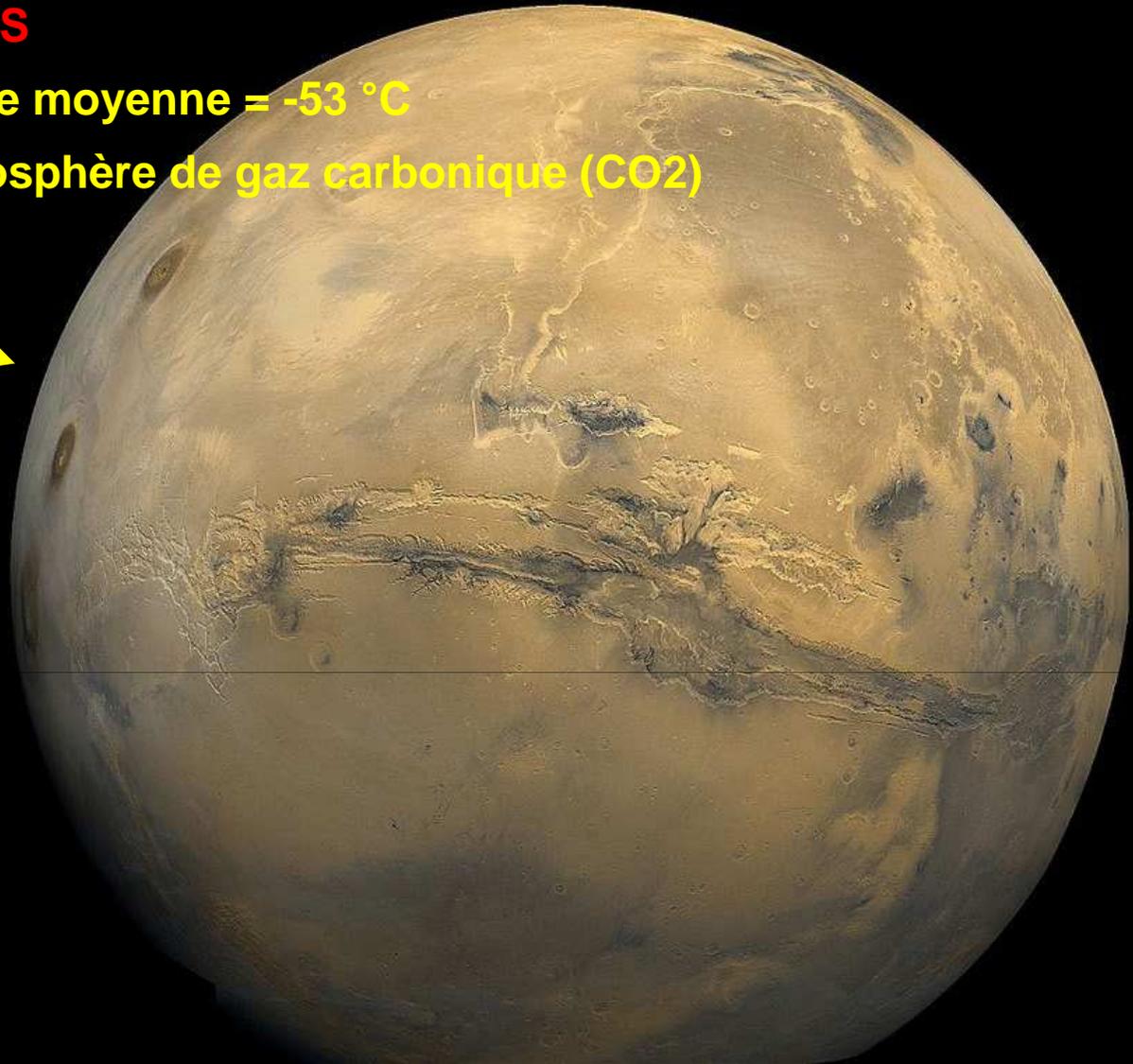
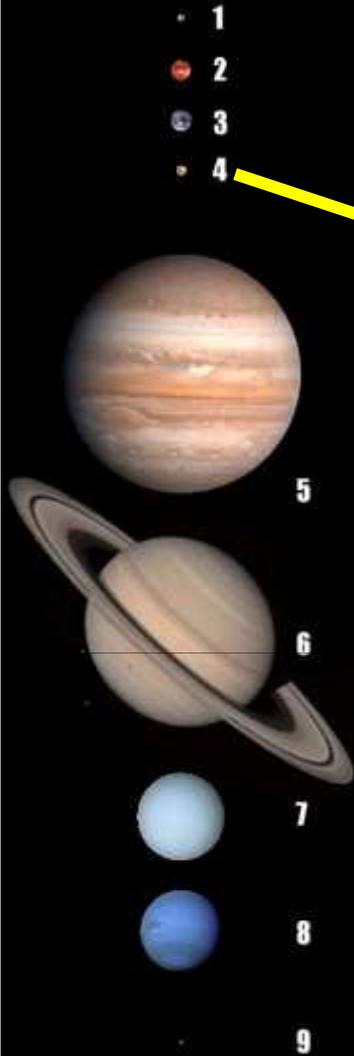


	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Terre	1,0	6.378	1,00	365	24 h	1	0,00	23 °	0,02	5,52

MARS

température moyenne = -53 °C

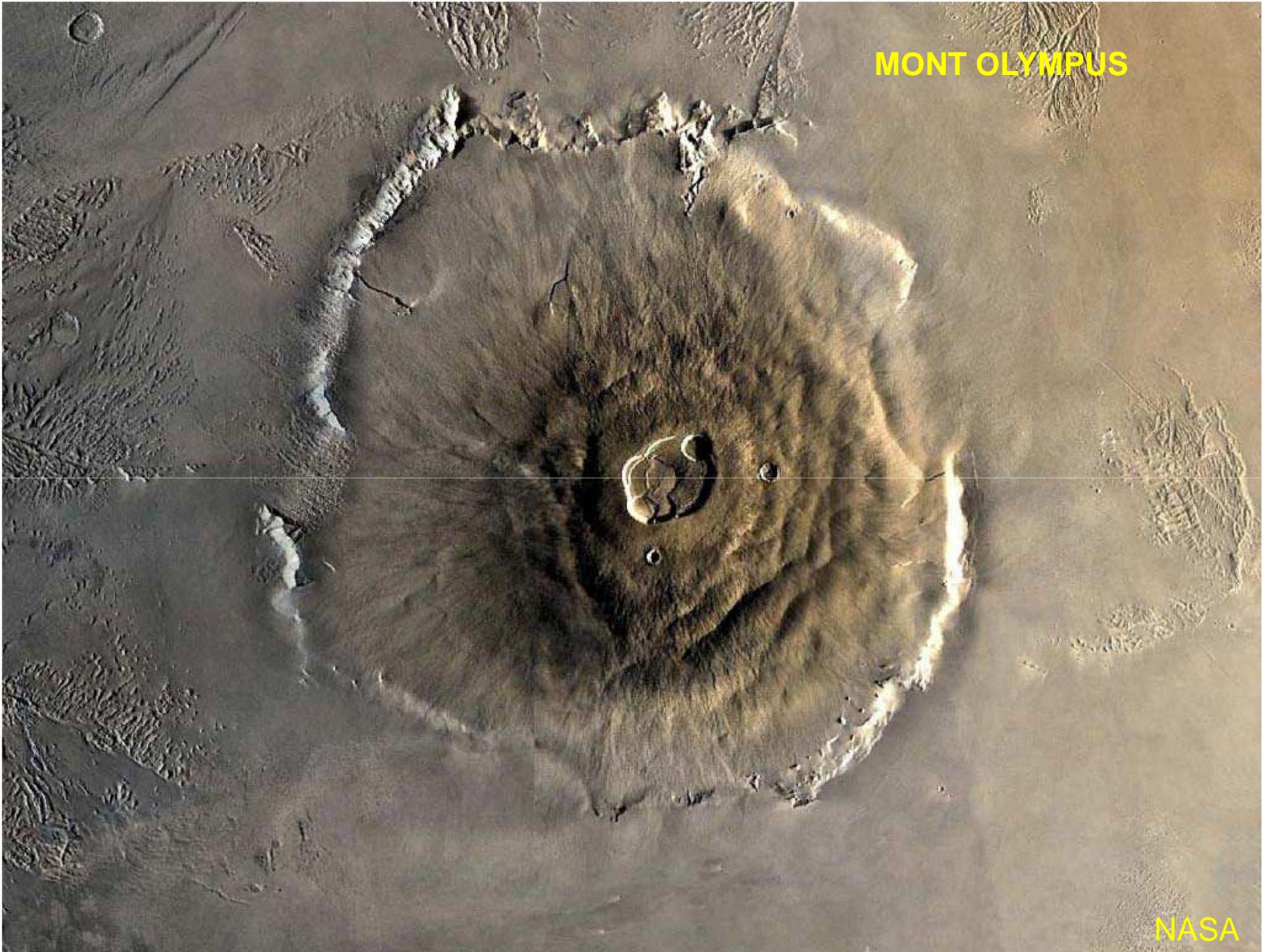
mince atmosphère de gaz carbonique (CO₂)



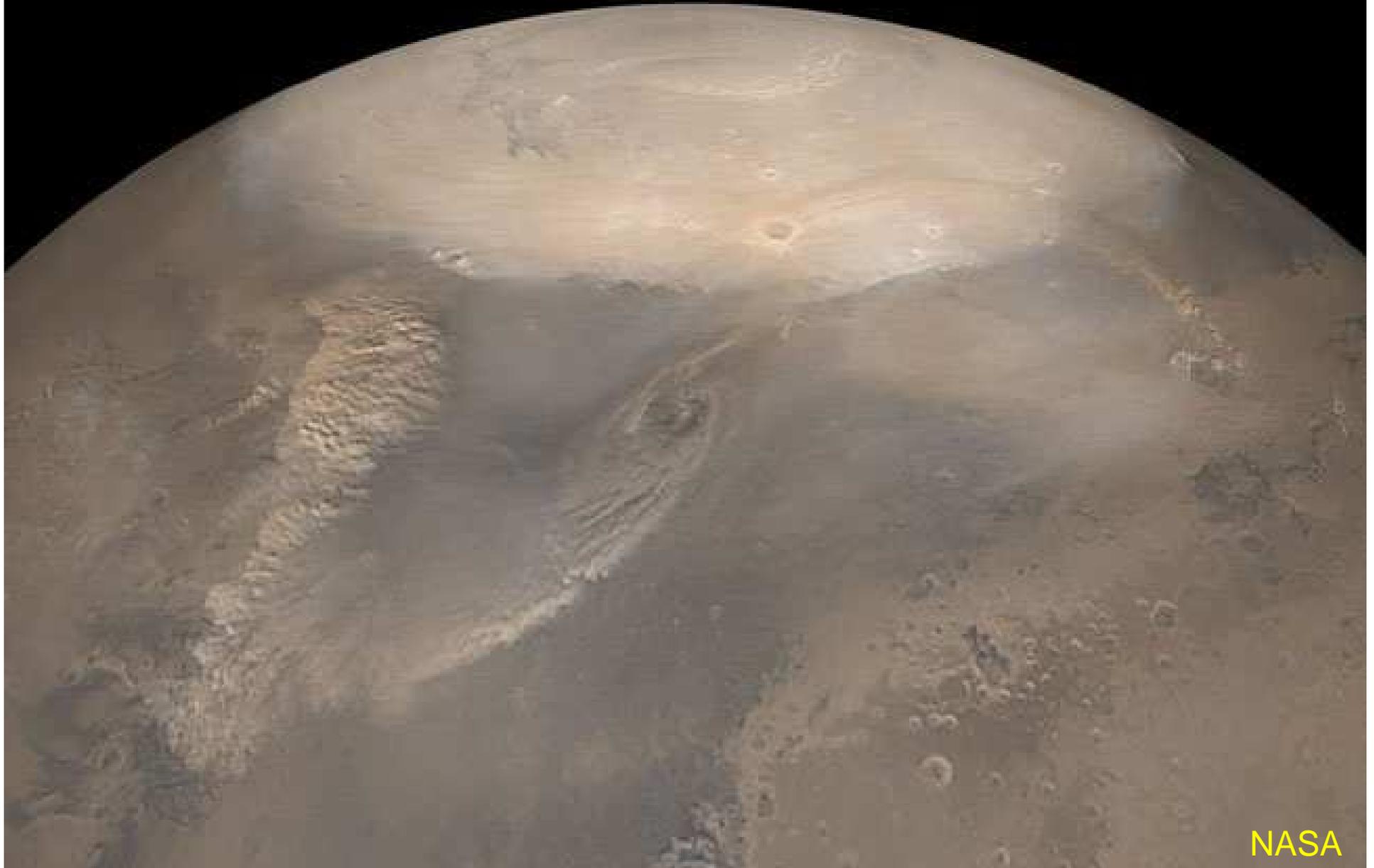
	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Mars	1,5	3.392	0,11	686	24,6h	2	1,85 °	25 °	0,09	3,95

MONT OLYMPUS

NASA



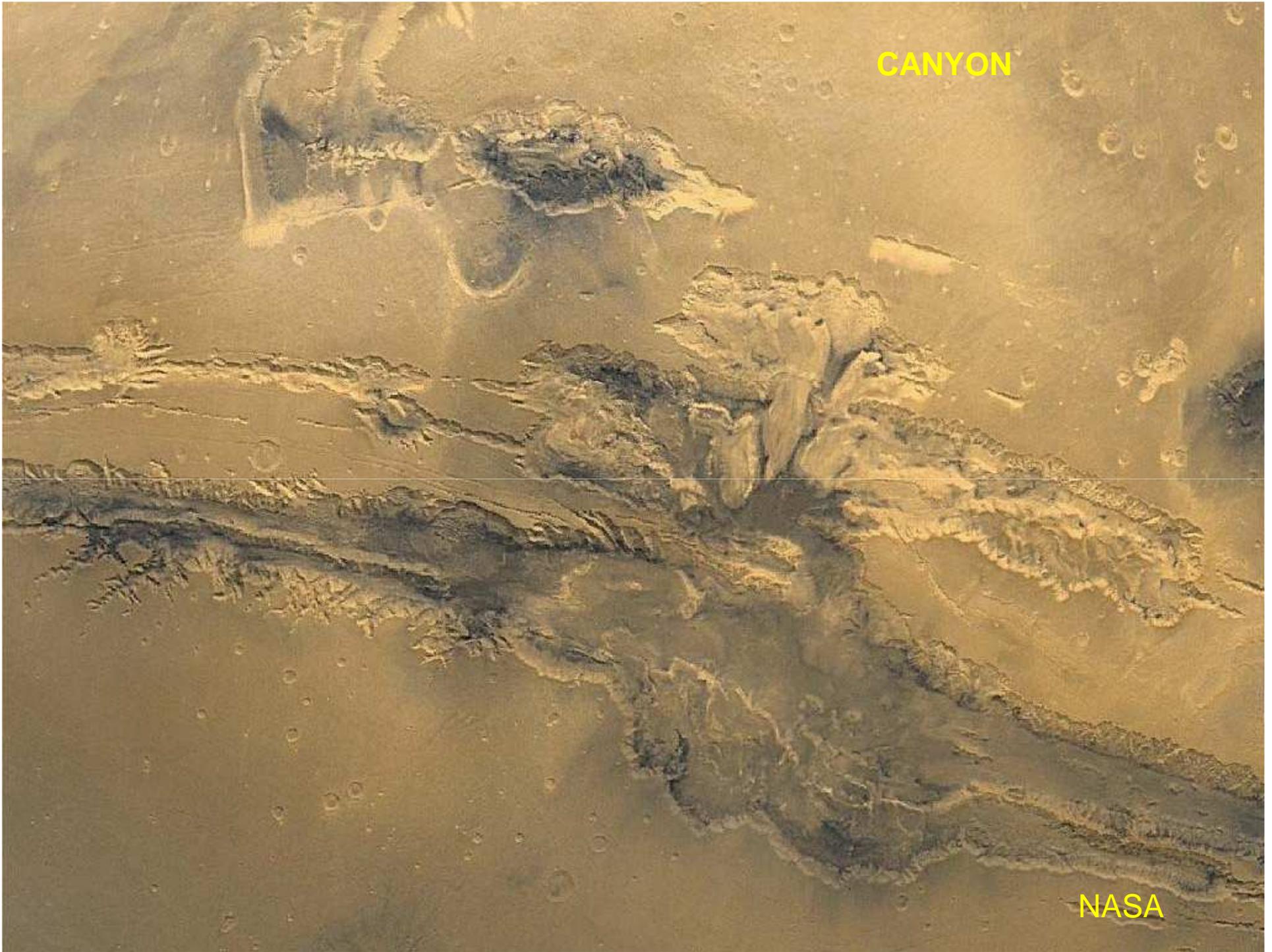
CALLOTTE GLACIAIRE AU PÔLE NORD DE MARS



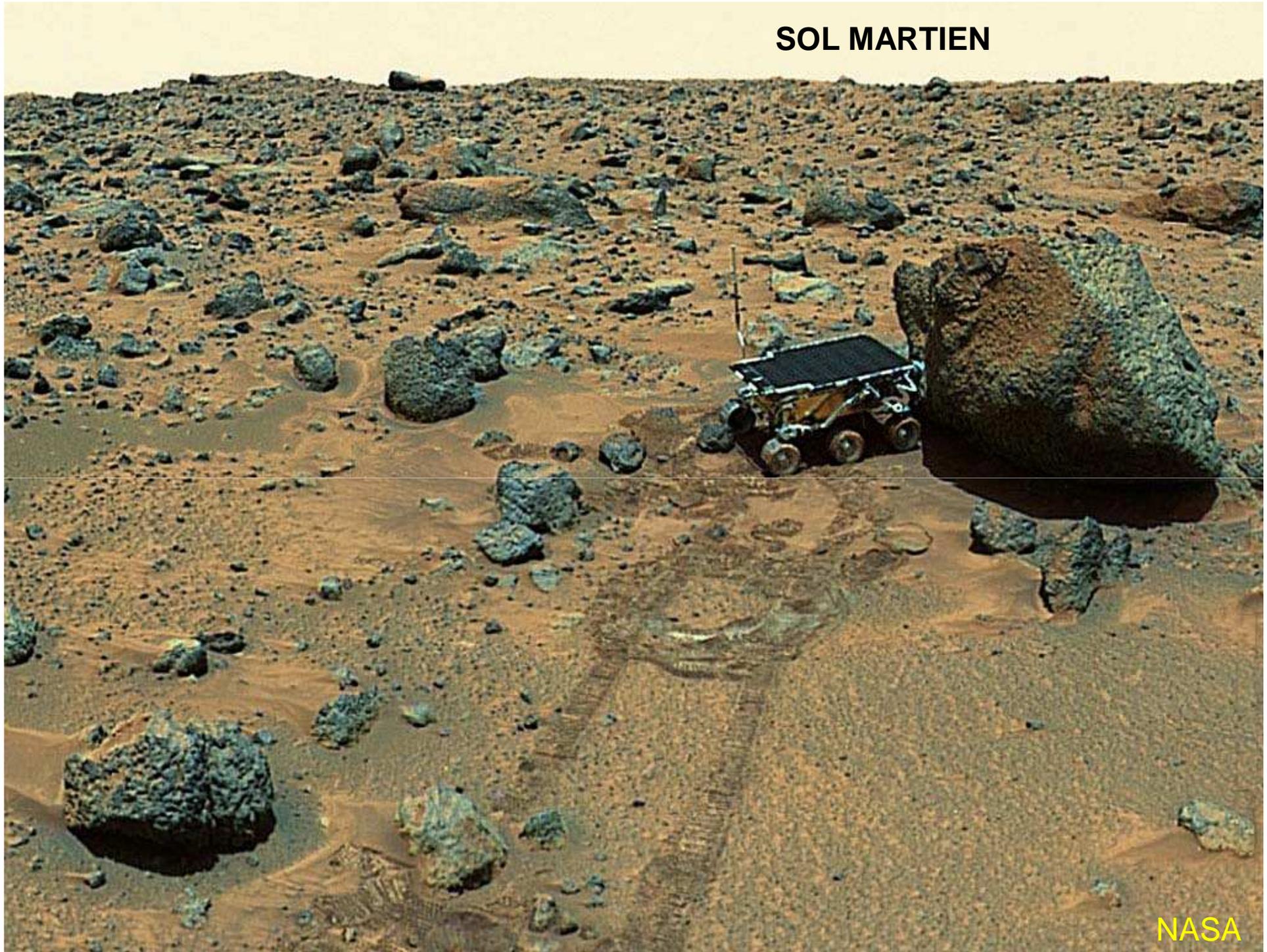
NASA

CANYON

NASA



SOL MARTIEN

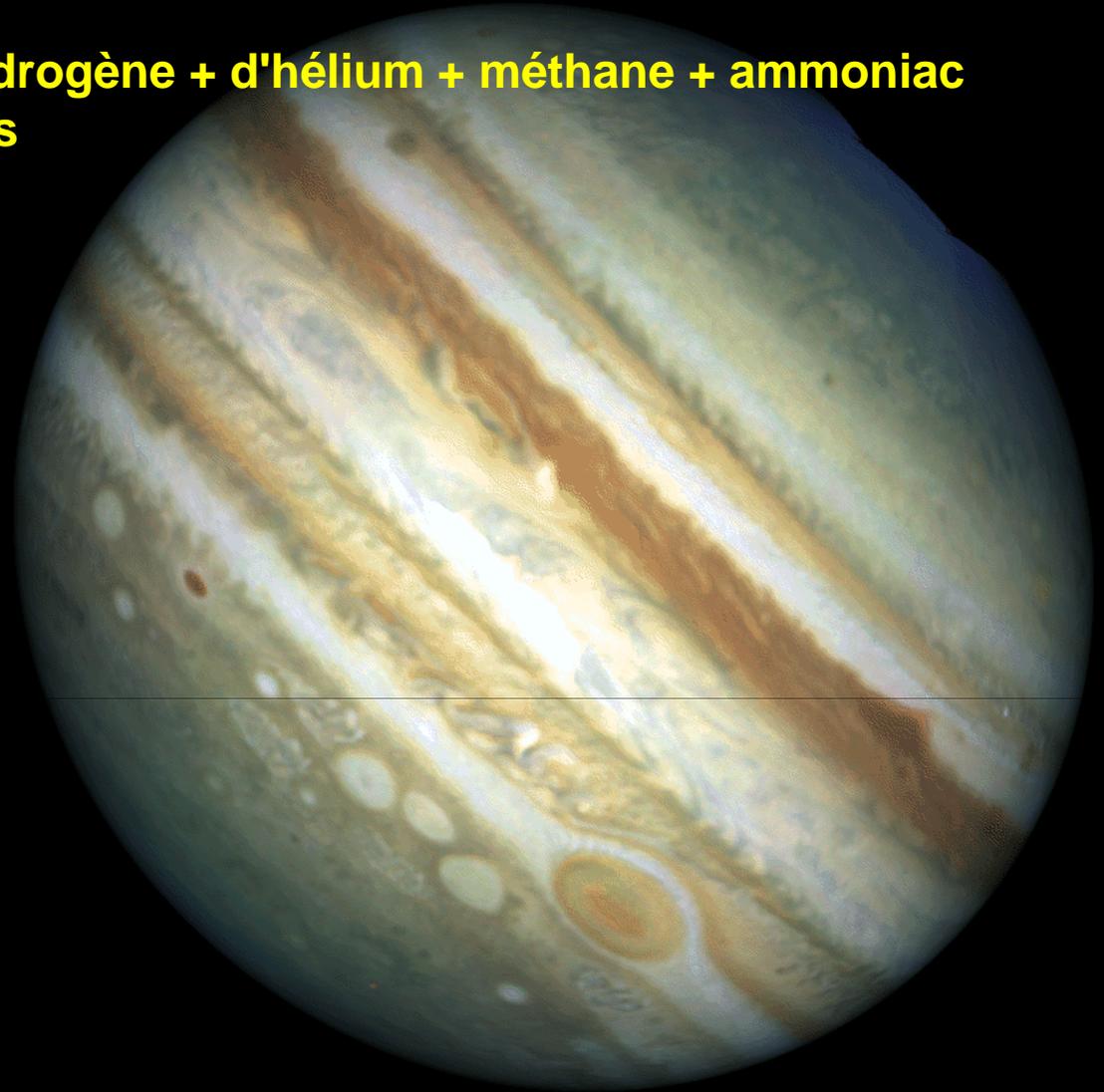
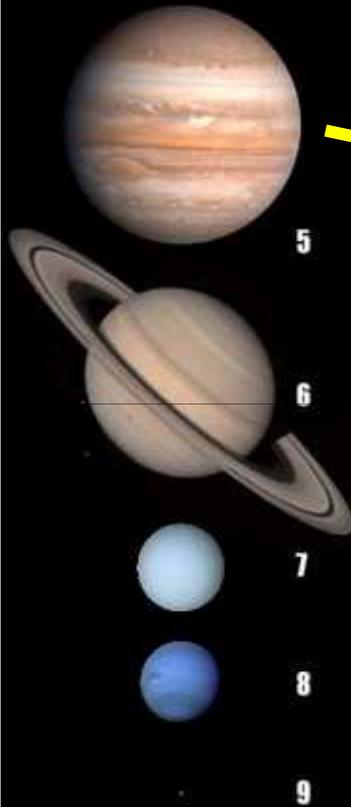


NASA

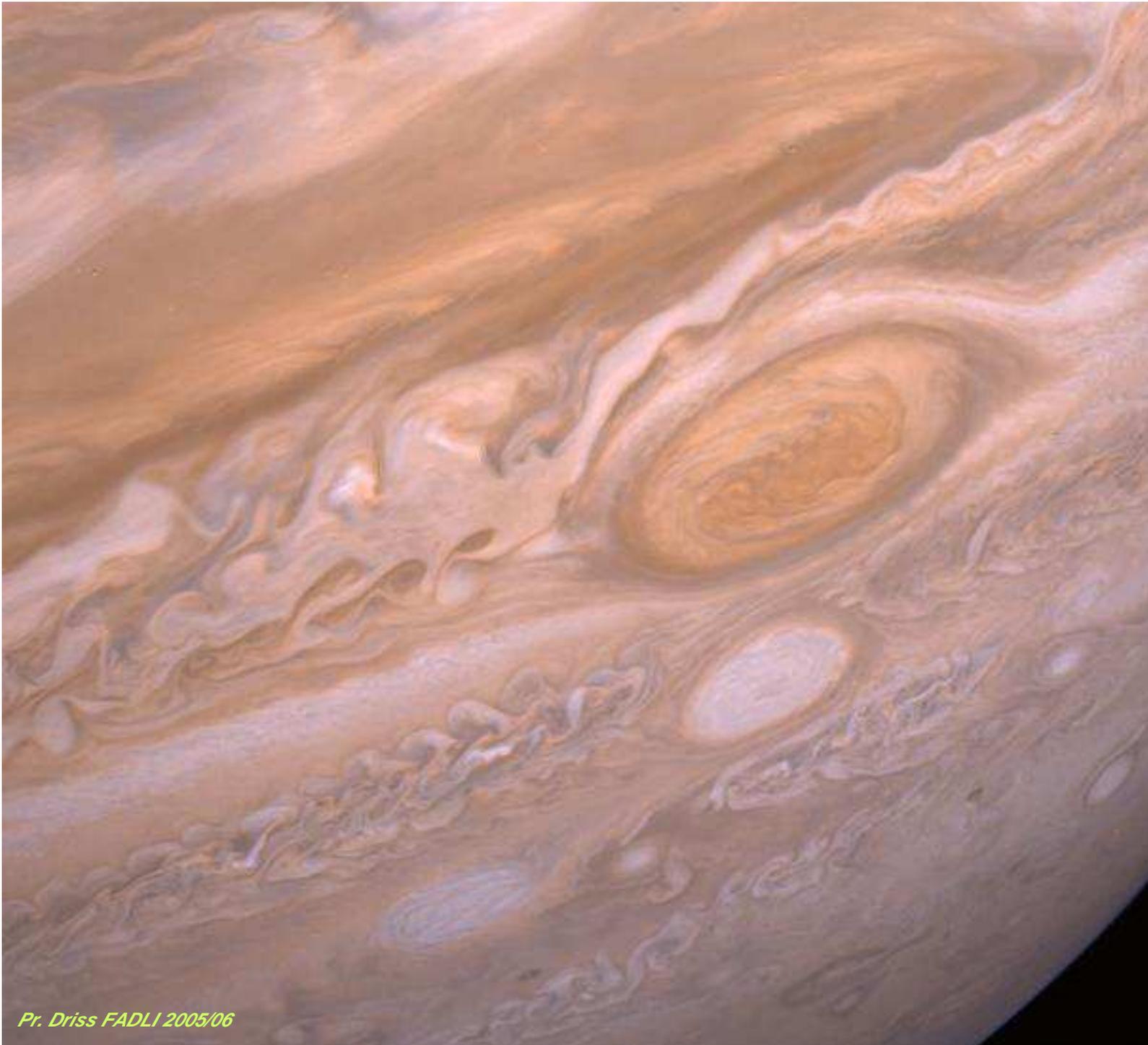
JUPITER

atmosphère = hydrogène + d'hélium + méthane + ammoniac
nombreux nuages

températures : ?

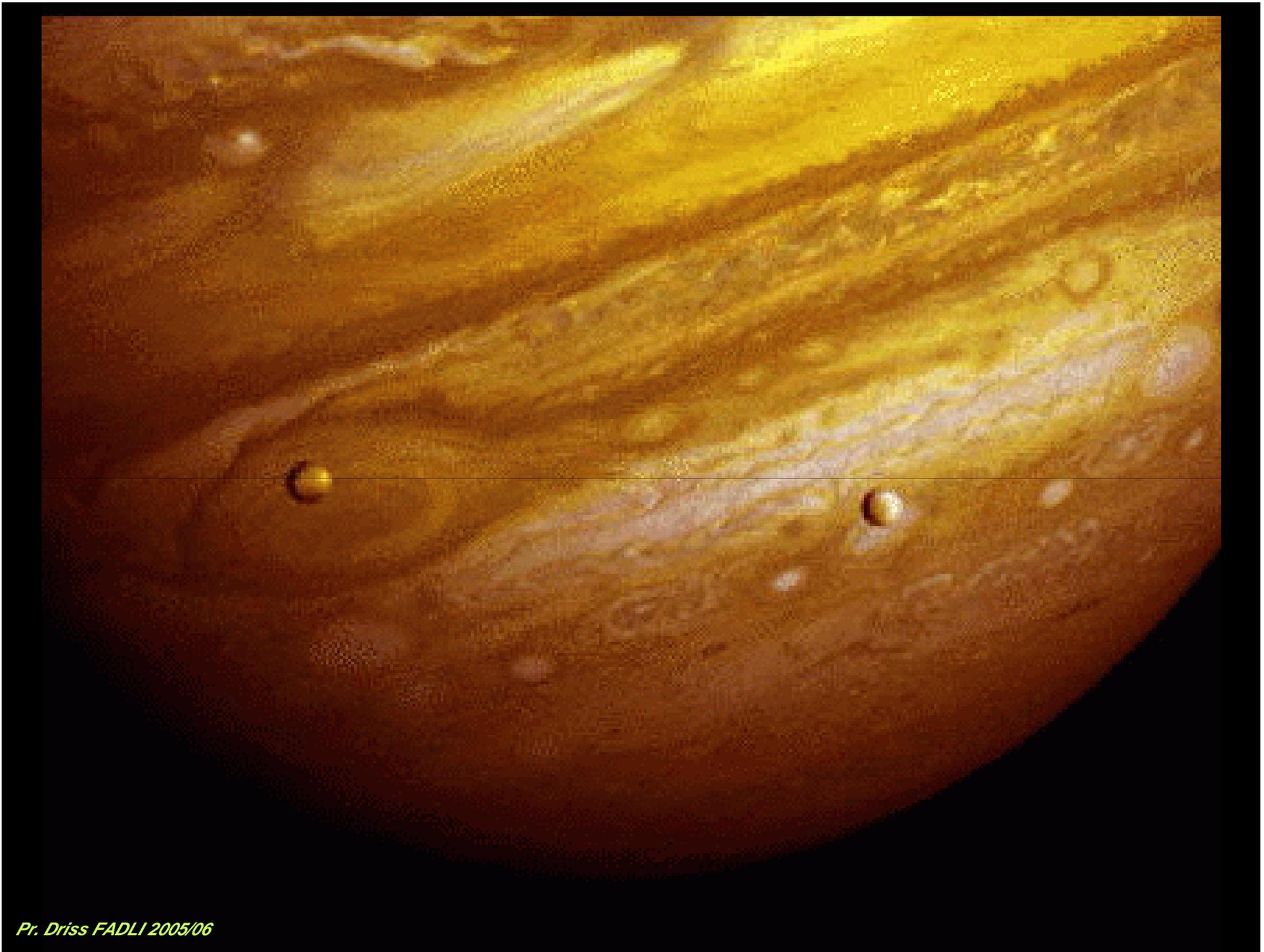


	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Jupiter	5,2	71.492	318	4.332	9,8 h	16	1,31 °	3°	0,05	1,33



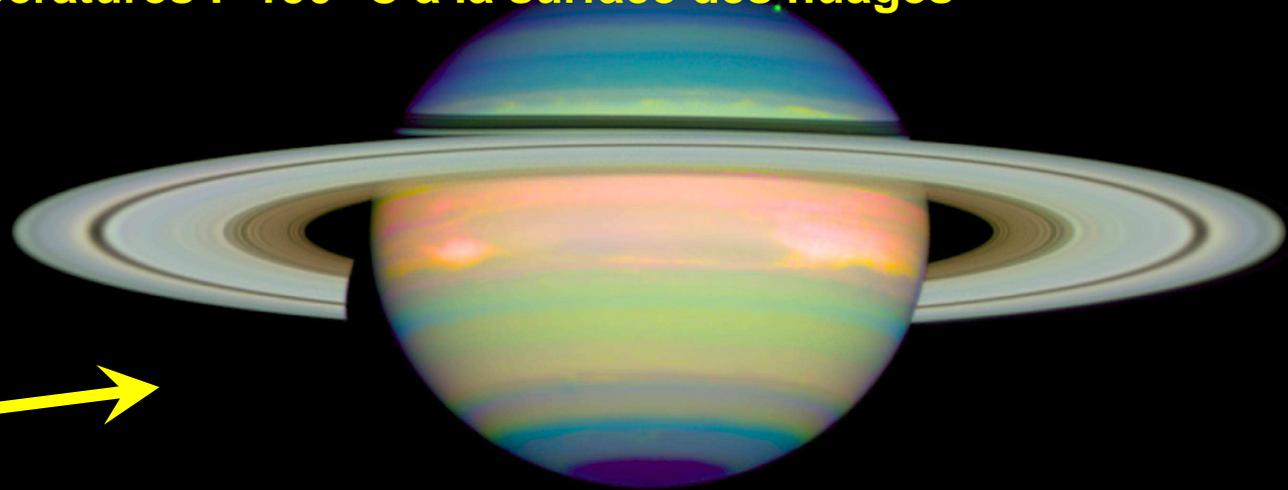
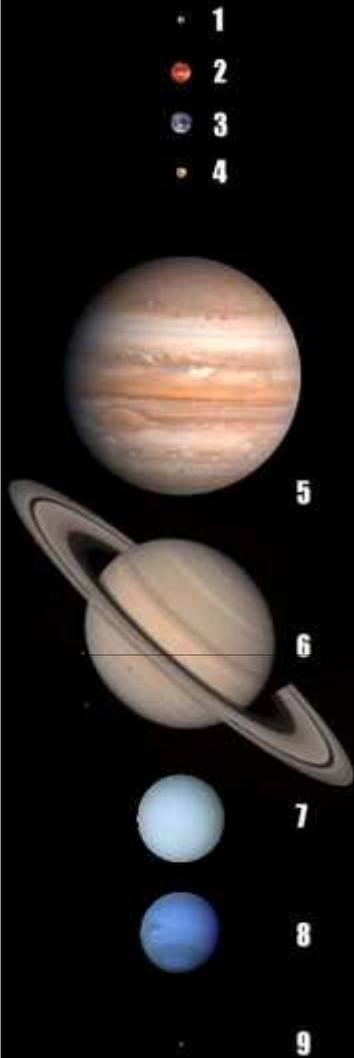
Pr. Driss FADLI 2005/06

NASA/JPL



SATURNE

anneaux formés de blocs de glace de différentes tailles
 atmosphère est comparable à celle de Jupiter
 températures : -150 °C à la surface des nuages



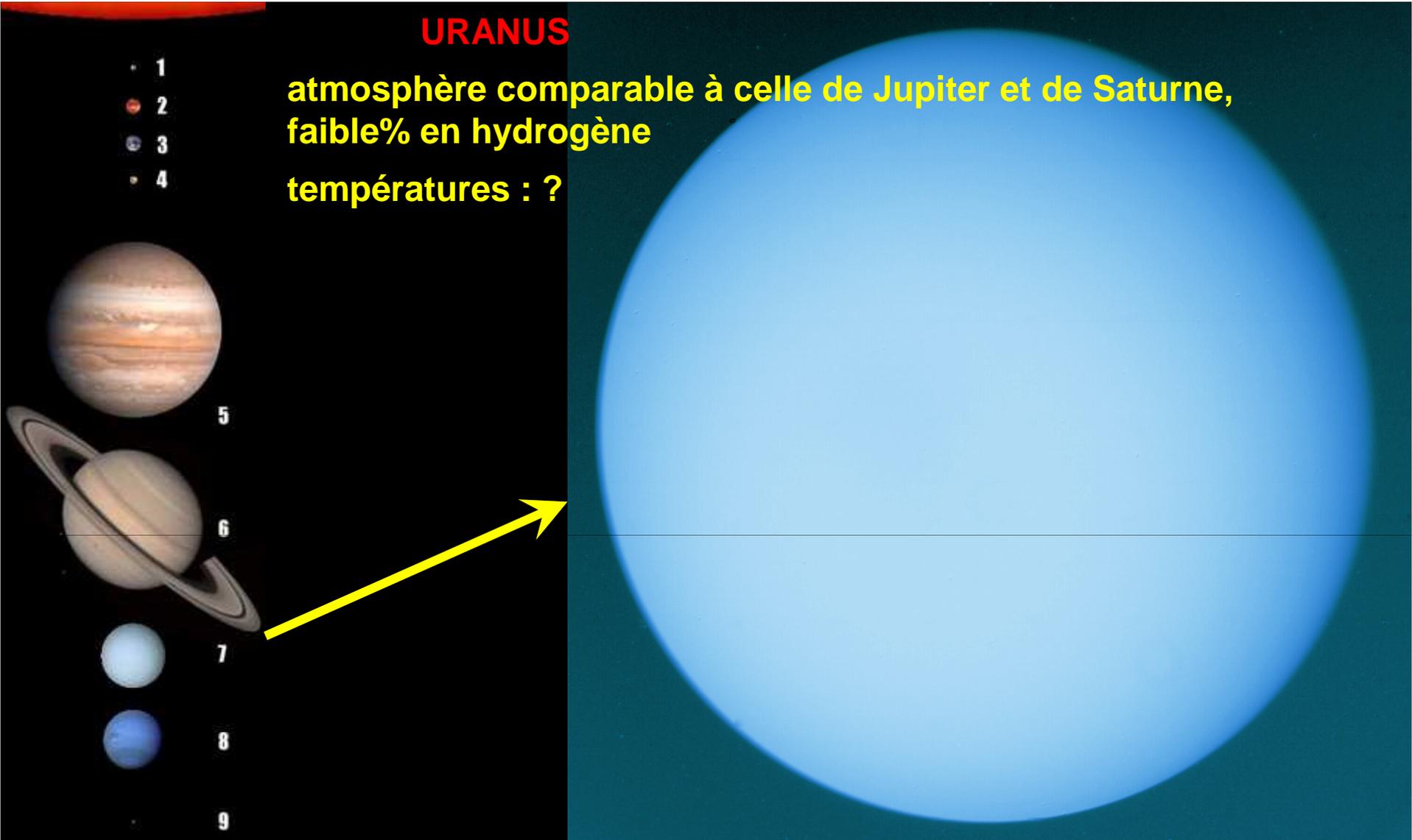
Saturn • January 4, 1998
 Hubble Space Telescope • NICMOS

PRC98-18 • April 23, 1998 • ST ScI OPO • E. Karkoschka (University of Arizona) and NASA

	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Saturne	9,5	60.268	95	10.759	10,6 h	18	2,49 °	27°	0,06	0,69

URANUS

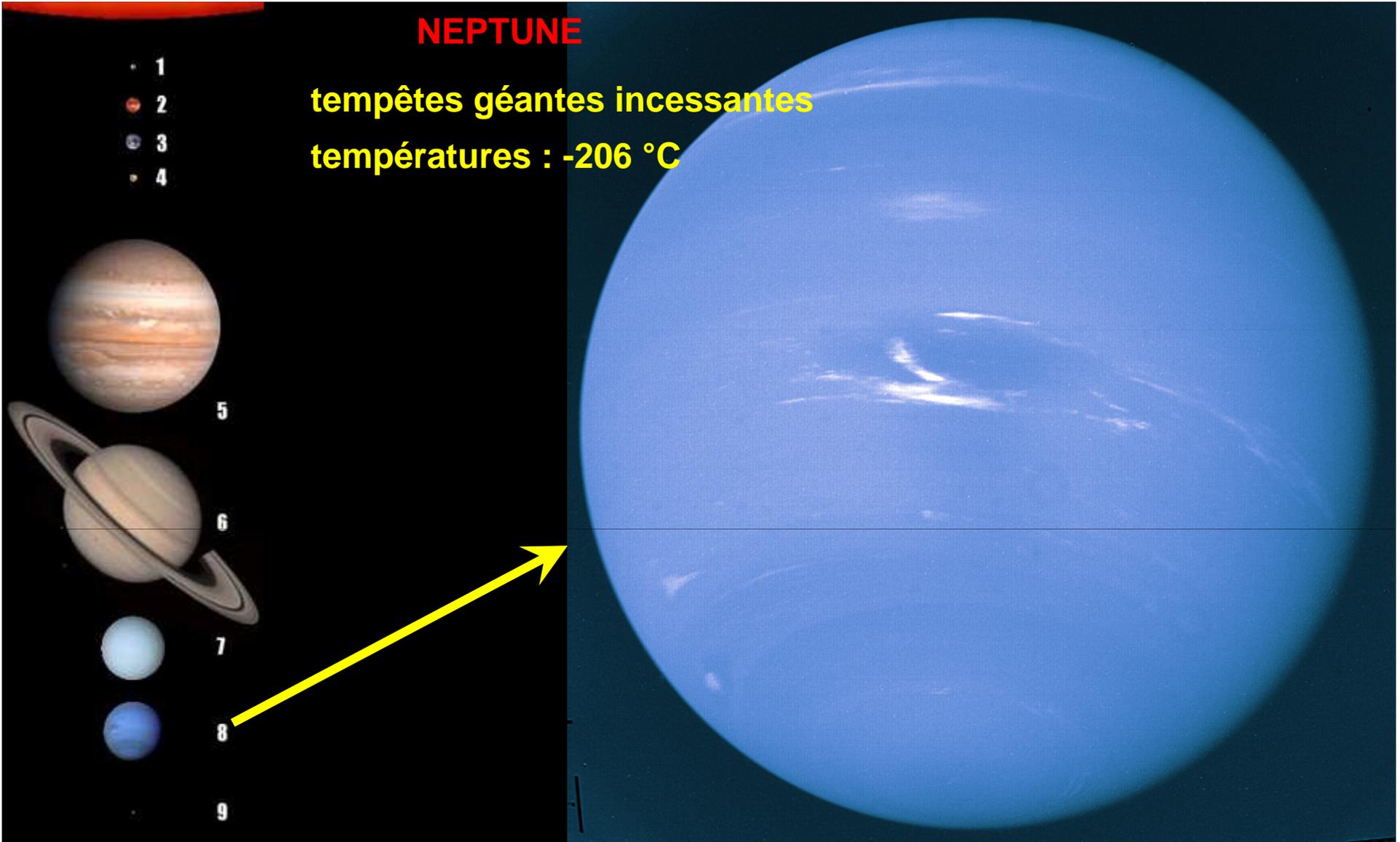
atmosphère comparable à celle de Jupiter et de Saturne,
faible% en hydrogène
températures : ?



	Distance (UA)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Uranus	19,2	25.559	15	30.685	17,2 h	15	0,77 °	98°	0,05	1,29

NEPTUNE

tempêtes géantes incessantes
températures : -206 °C



	Distance (AU)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Neptune	30,1	24.764	17	60.190	16,1 h	8	1,77 °	30°	0,01	1,64

PLUTON

satellite Charon



	Distance (AU)	Rayon (km)	Masse (par rapport à la Terre)	Révolution (en jours)	Rotation (jours ou heures)	# Lunes (satellites)	Inclinaison / l'écliptique	Inclinaison équateur	Excentricité Orbitale	Densité (g/cm ³)
Soleil	0	696.000	332.800	25-36		9	---	---	---	1,41
Pluton	39,5	1.142	0,002	90.800	6,4 j	1	17,15 °	120°	0,25	2,03

Saturn >

Aldebaran >

Mars >

< Pleiades

13e étoile la plus brillante du ciel nocturne
= étoile la plus brillante de la constellation
du Taureau

amas M45 = amas ouvert d'étoiles
dans la constellation du Taureau.

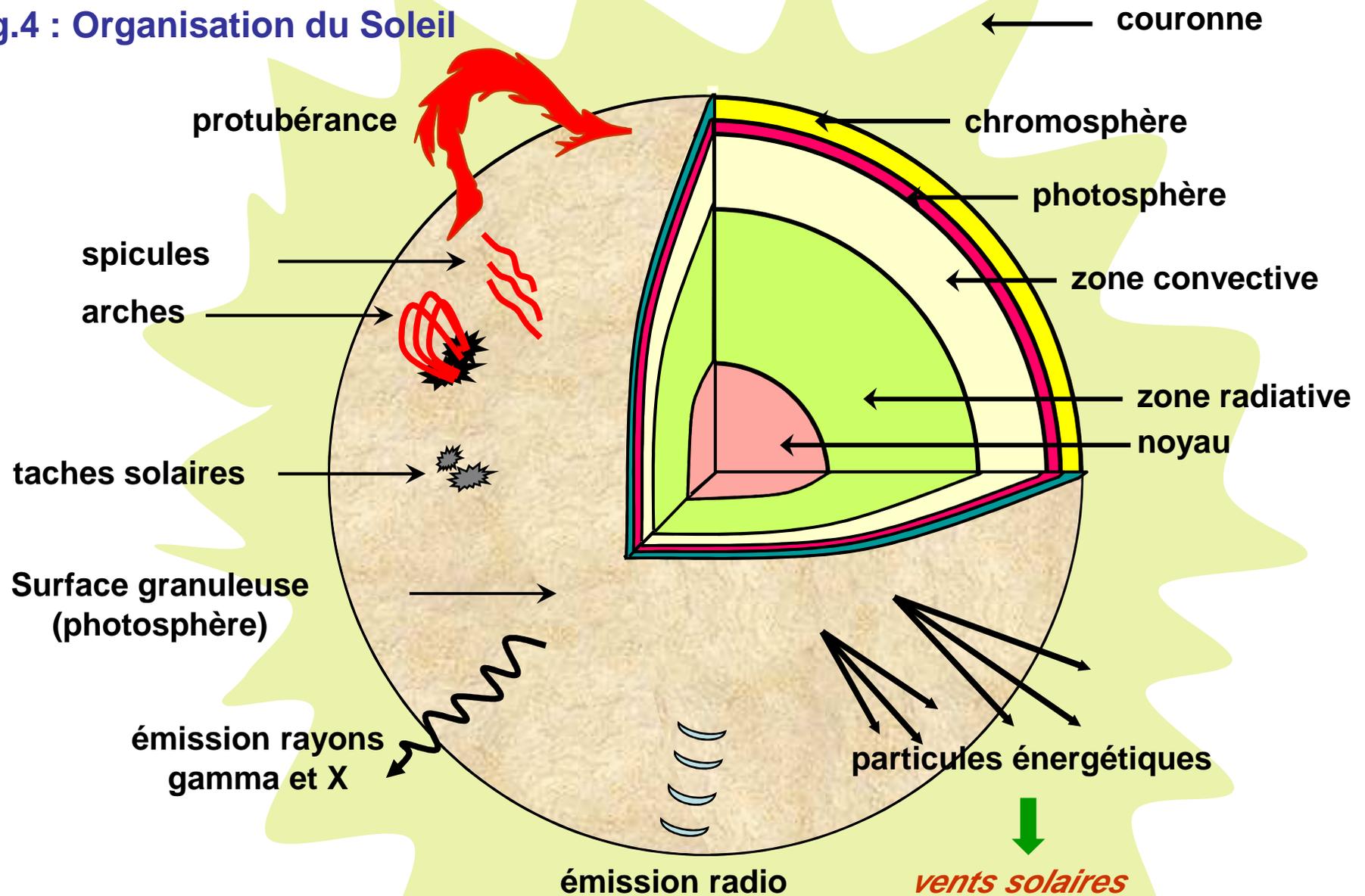
Moon > →

< Venus



II. – LE SOLEIL

fig.4 : Organisation du Soleil

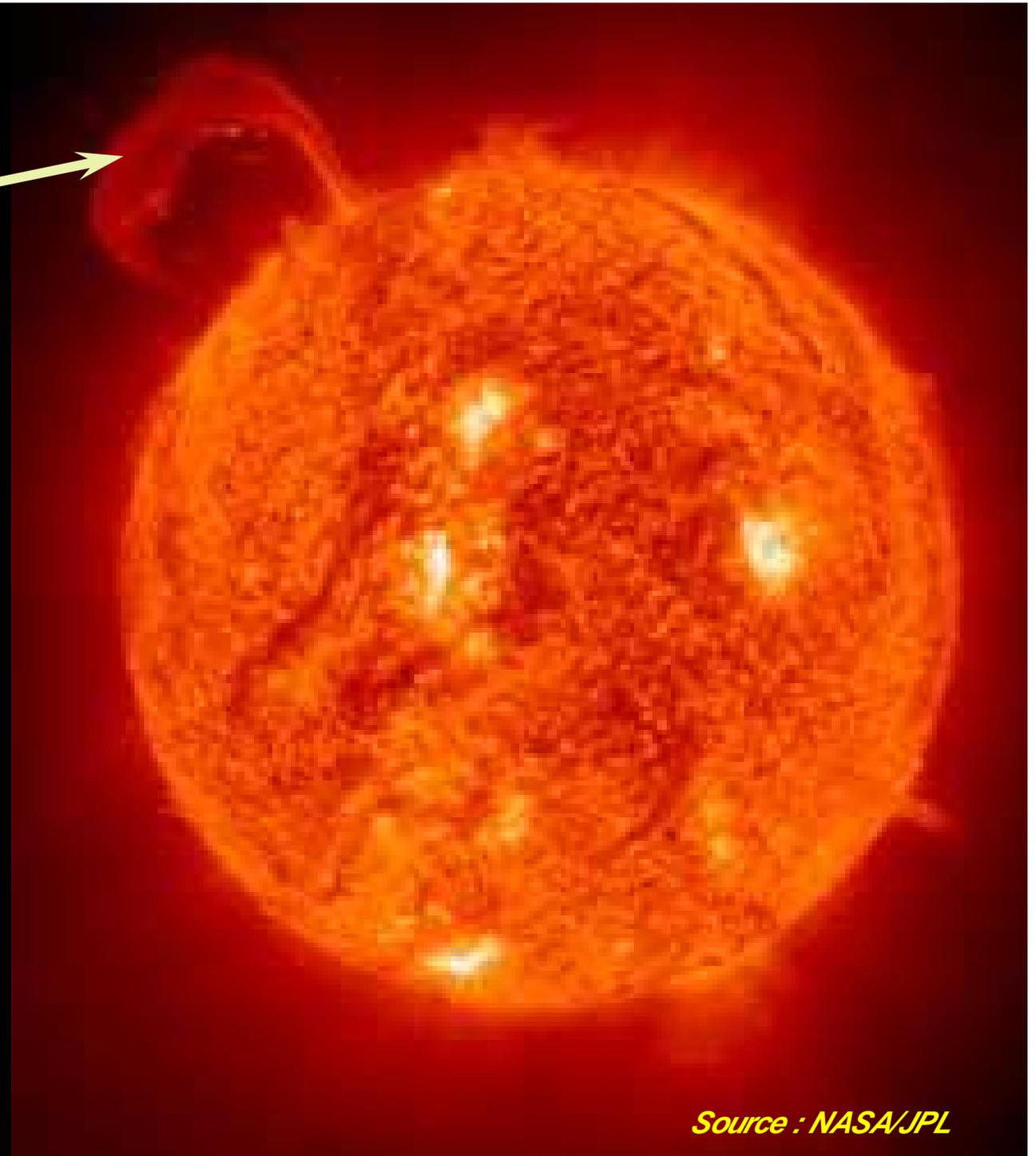


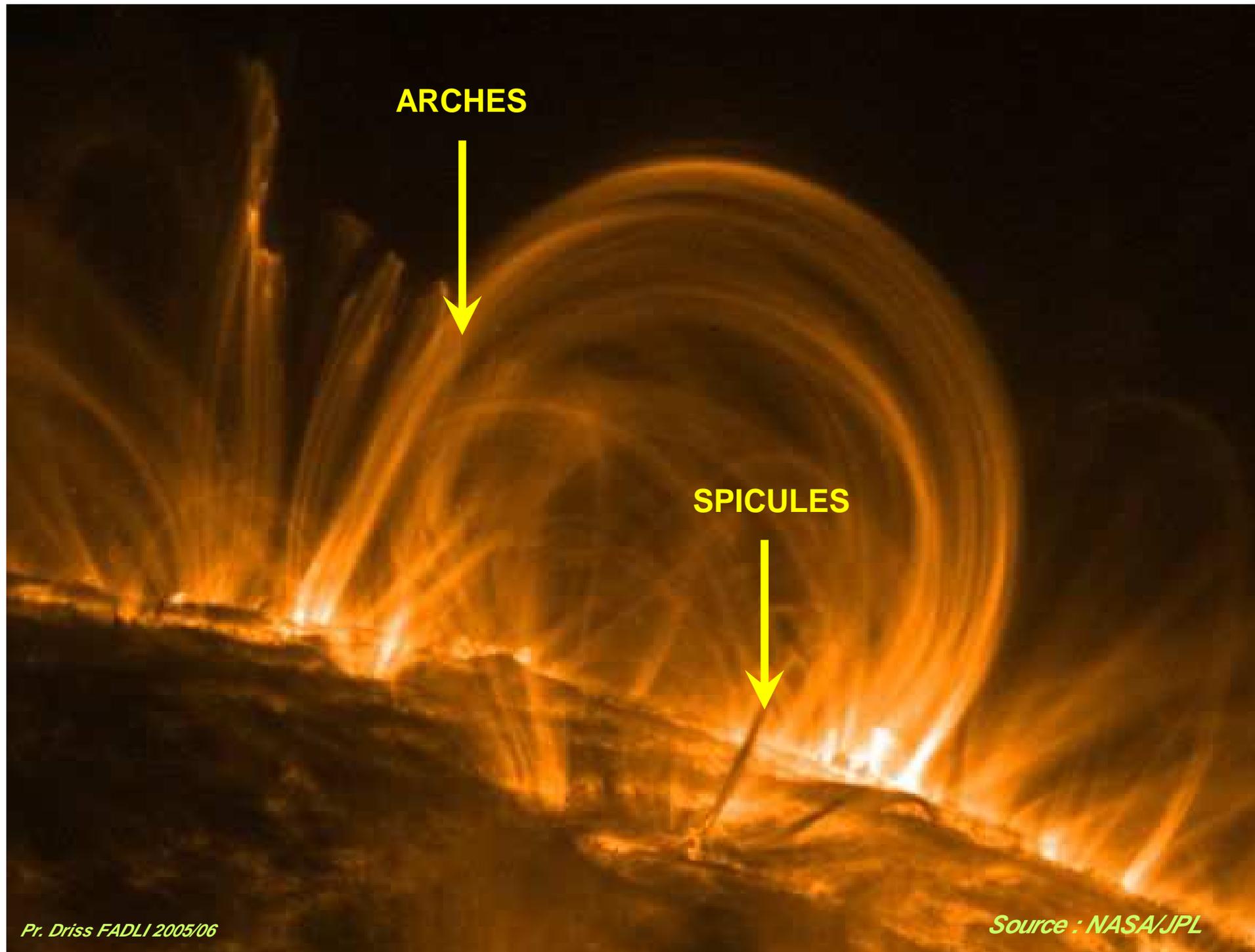
ILLUSTRATIONS

COURONNE



PROTUBERANCE SOLAIRE





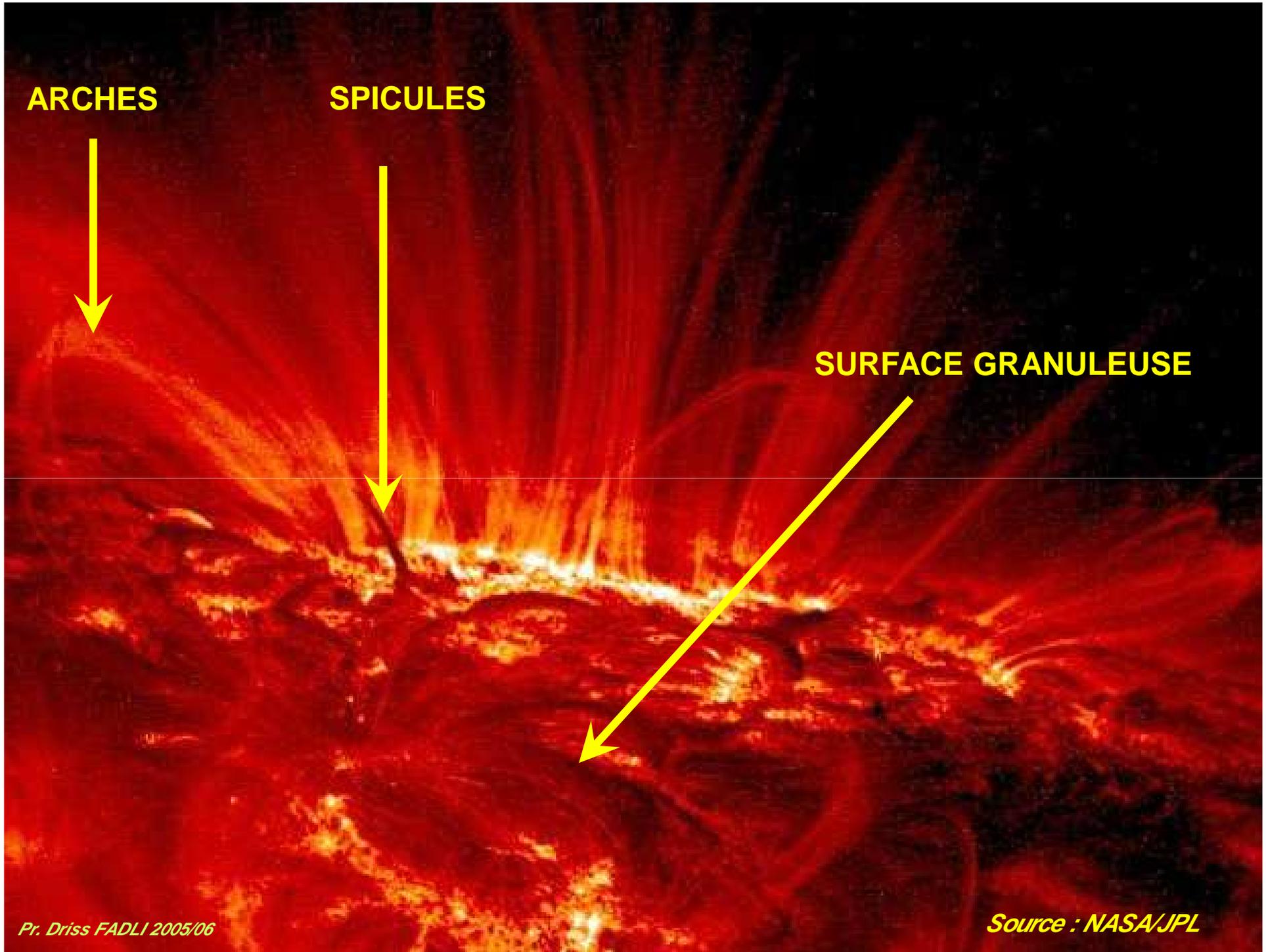
ARCHES

SPICULES

ARCHES

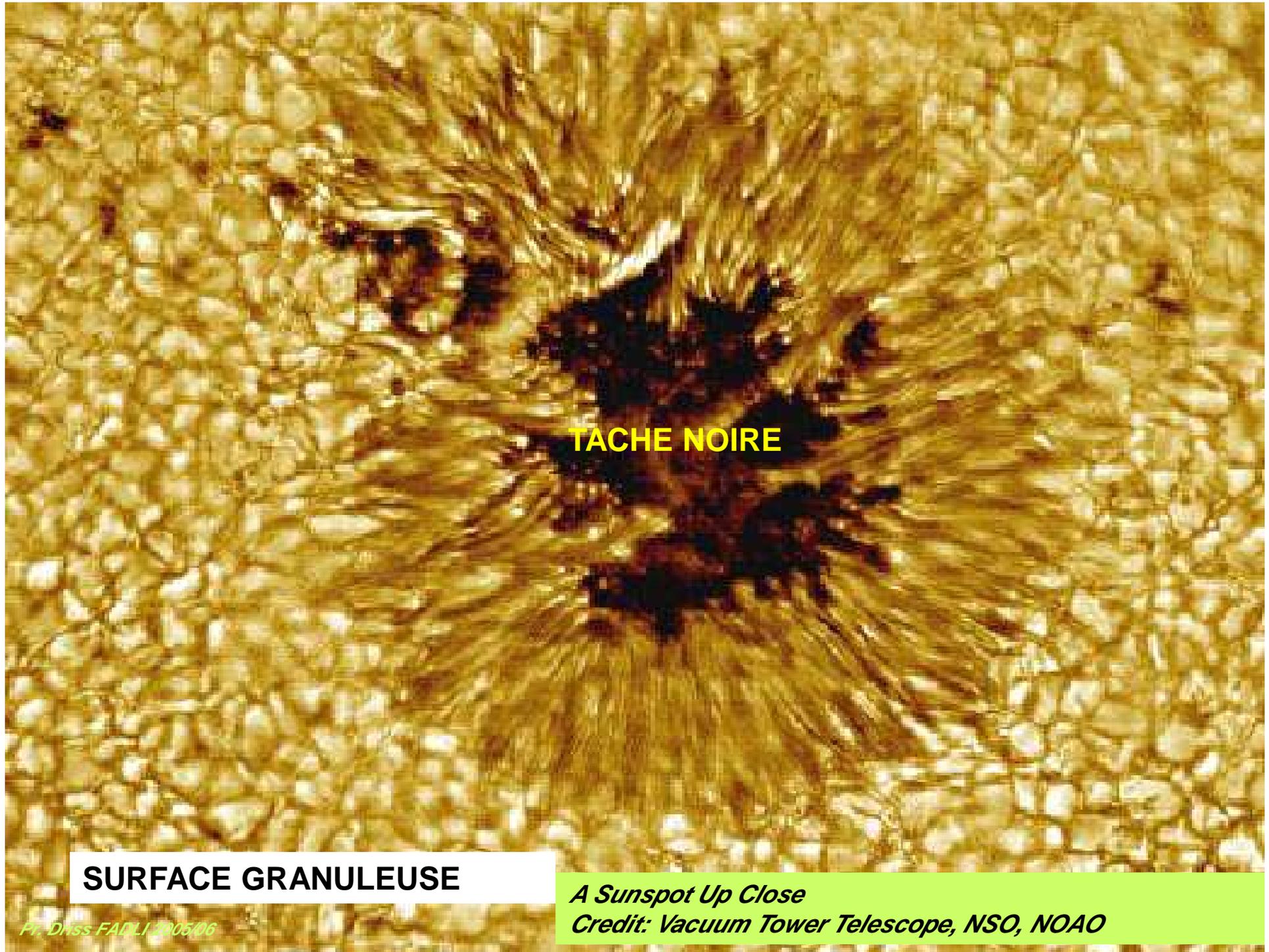
SPICULES

SURFACE GRANULEUSE



SURFACE GRANULEUSE





TACHE NOIRE

SURFACE GRANULEUSE

Ft. Dhass FADLI 2005/06

A Sunspot Up Close

Credit: Vacuum Tower Telescope, NSO, NOAO

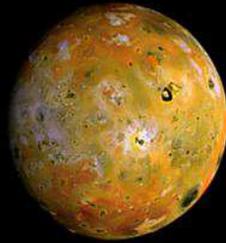
VENT SOLAIRE

Source : <http://www.surebase.com/>

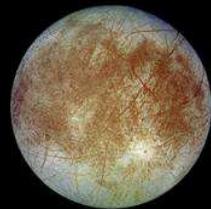


Pr. Driss FADLI 2005/06

Exemple 1 : Jupiter et ses grands satellites



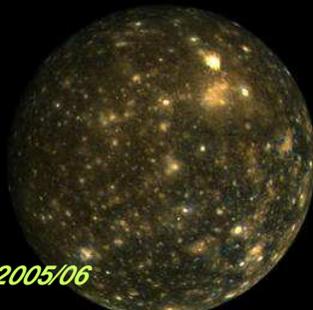
Io

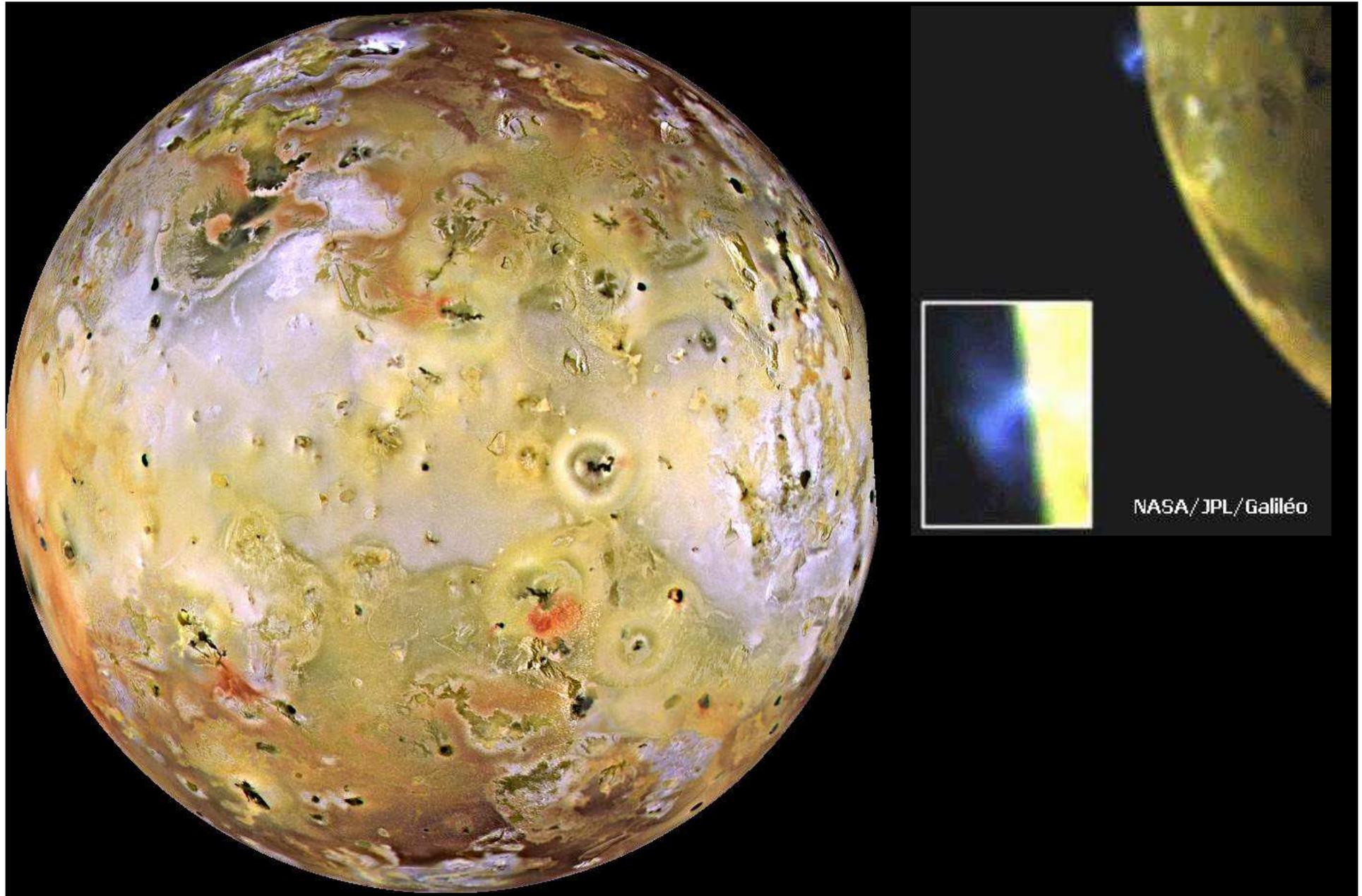


Europa



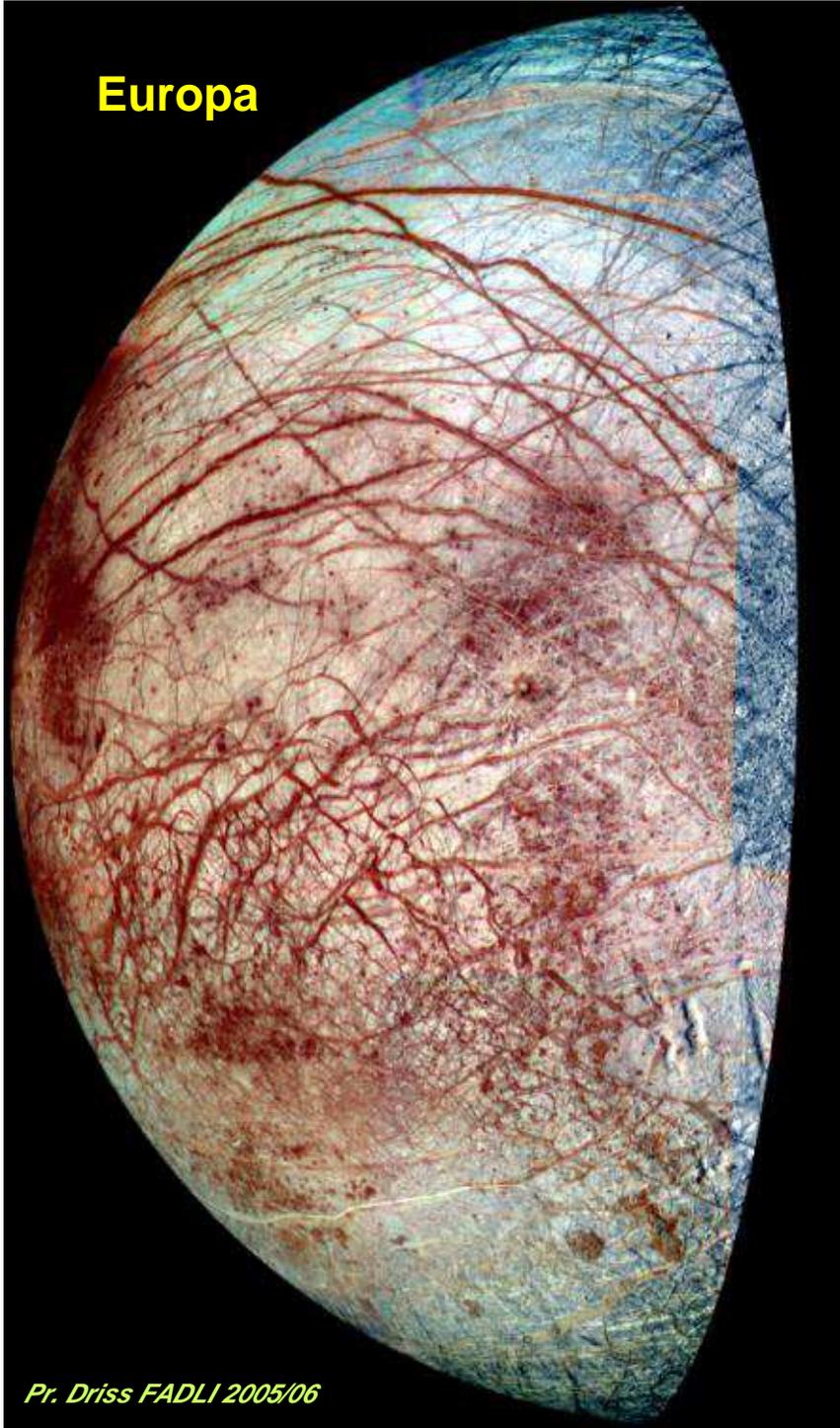
Ganymede





Io est le satellite galiléen le plus proche de Jupiter

Europa



Pr. Driss FADLI 2005/06



the enigmatic ridged surface of Europa

NASA/JPL/University of Arizona/University of Colorado

RECONSTITUTION

Exemple 2 : Saturne et ses principaux satellites

Epimetheus



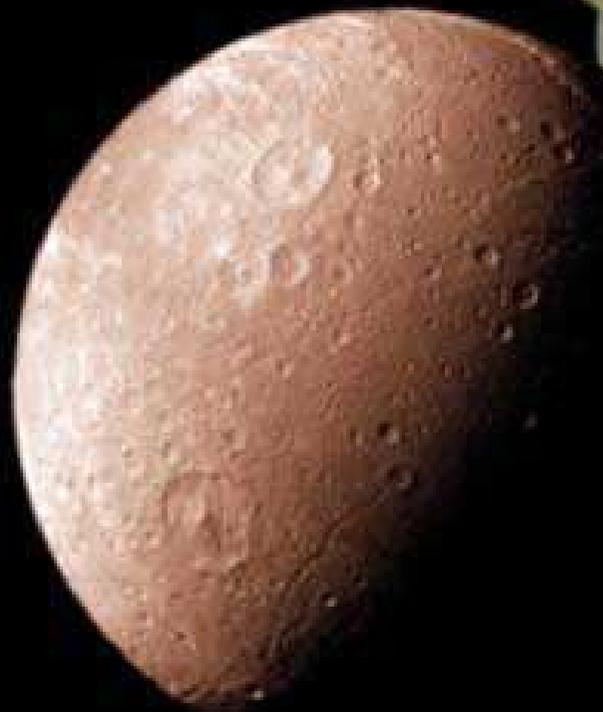
Titan



Rhéa



Saturne



Dion e



Mimas



Encelade

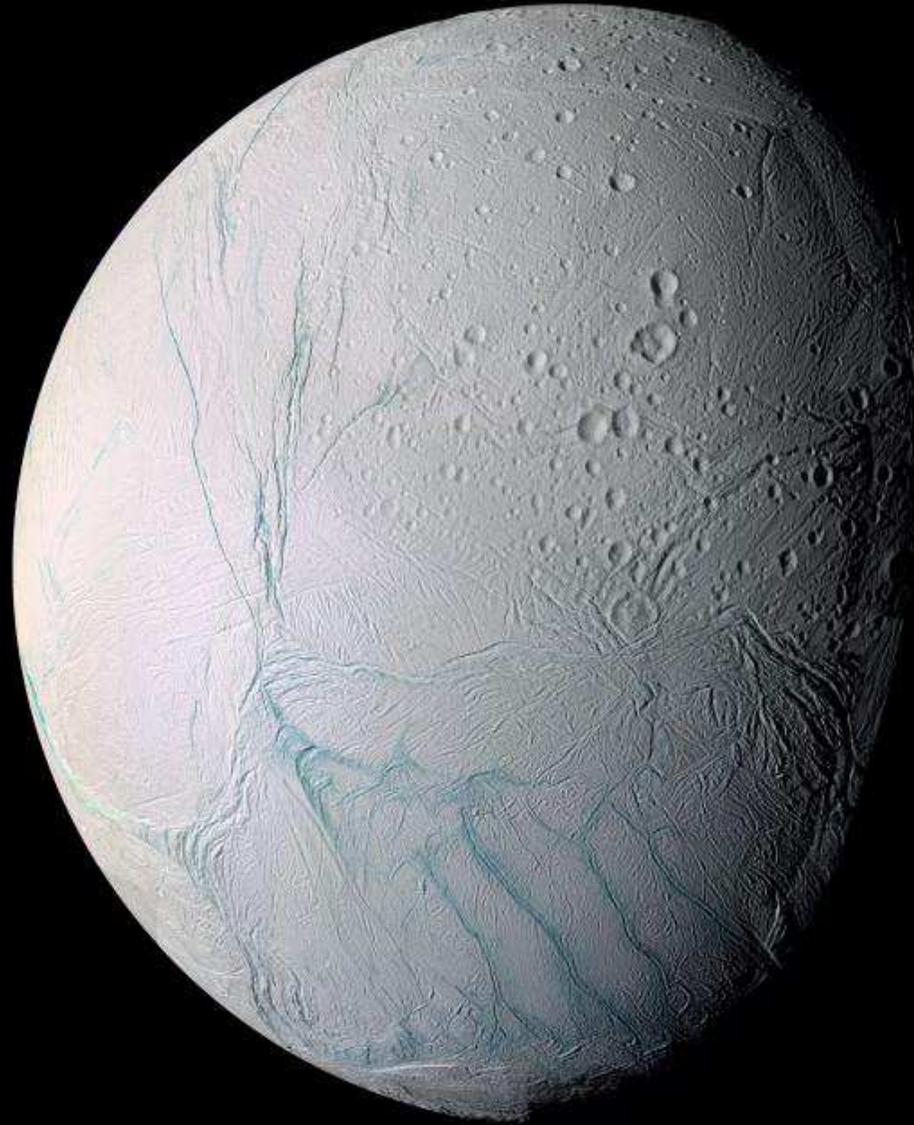


Téthys



Japet

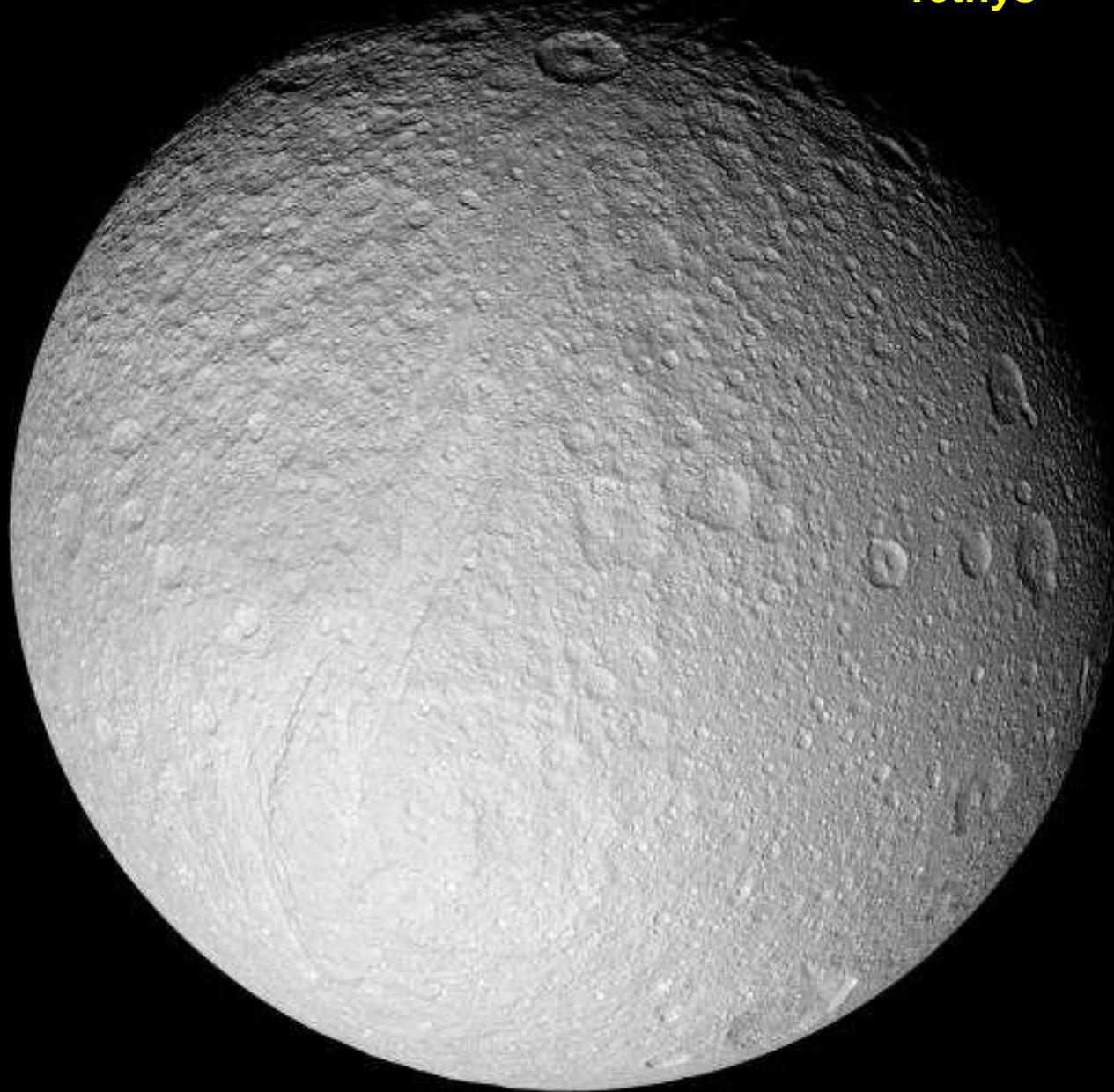
enceladus



NASA/JPL/Space Science Institute

Pr. Driss FADLI 2005/06

Tethys



IV - LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTEME SOLAIRE

1 - LES SATELLITES

2 - LES COMETES

- forme irrégulière et taille est comprise entre 1 et 40 km
- orbites non-elliptiques autour du Soleil, en dehors de l'écliptique
- révolution : 76 ans (comète de Halley) à 2.400 ans (comète de Hall-Bopp).
- masse dépasse de 50 fois celle de la Terre
- Constitution : glaces et de poussières
- chauffage par la radiation solaire
 - émission de quantités importantes de gaz et formation d'une queue
- origine serait la ceinture de Kuiper et//ou le nuage d'Oort

IV - LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTEME SOLAIRE

1 - LES SATELLITES

2 - LES COMETES

3 - LES ASTEROIDES

- corps rocheux en orbite autour du Soleil
- petits pour être considérés comme des planètes.
- dimensions variable entre 1000 km et quelques cm.
- on distingue trois groupes:

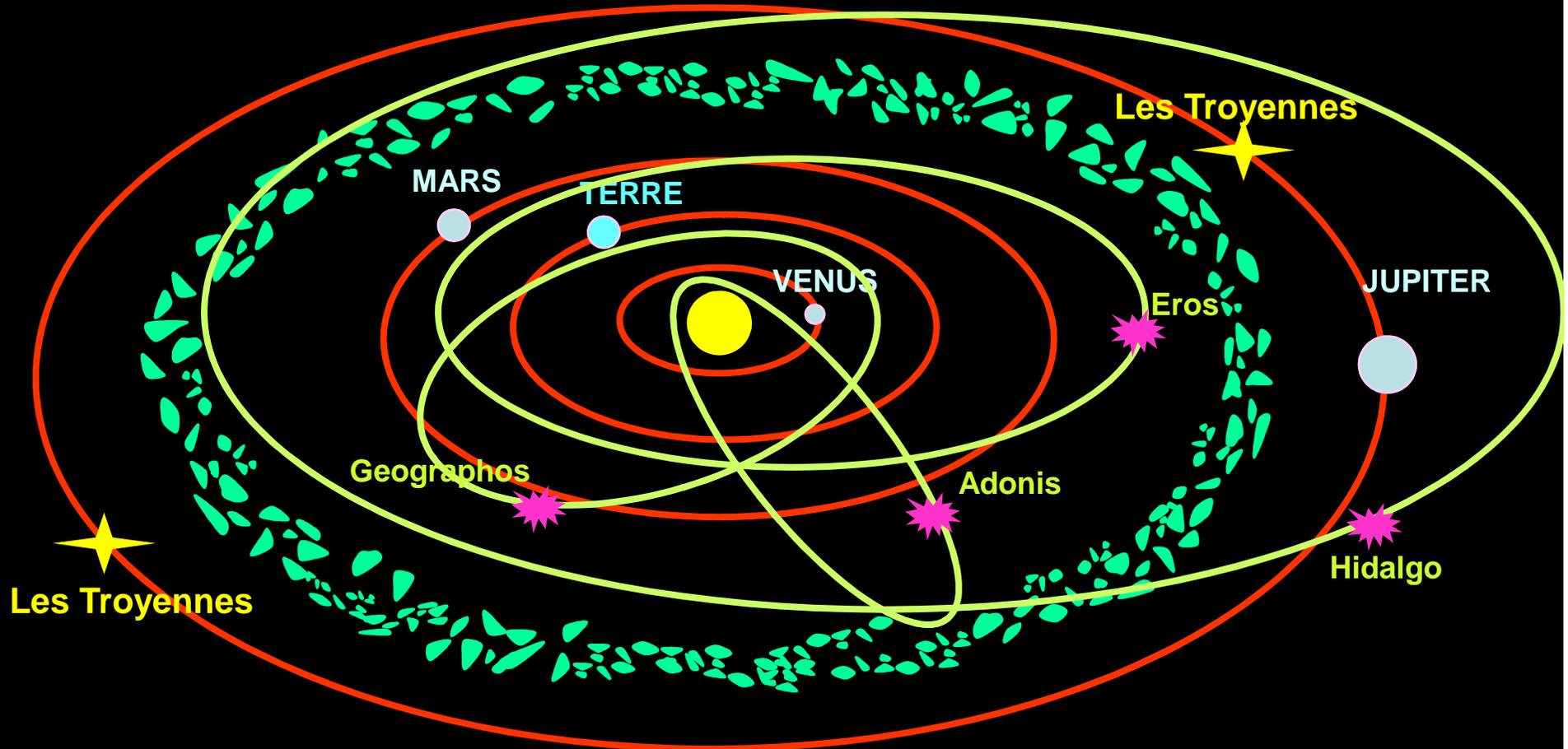
ceux de la *ceinture de Kuiper* dehors de l'orbite de Pluton

ceux qui ont des orbites qui croisent celles des autres planètes

ceux de la *ceinture principale* entre les orbites de Mars et Jupiter

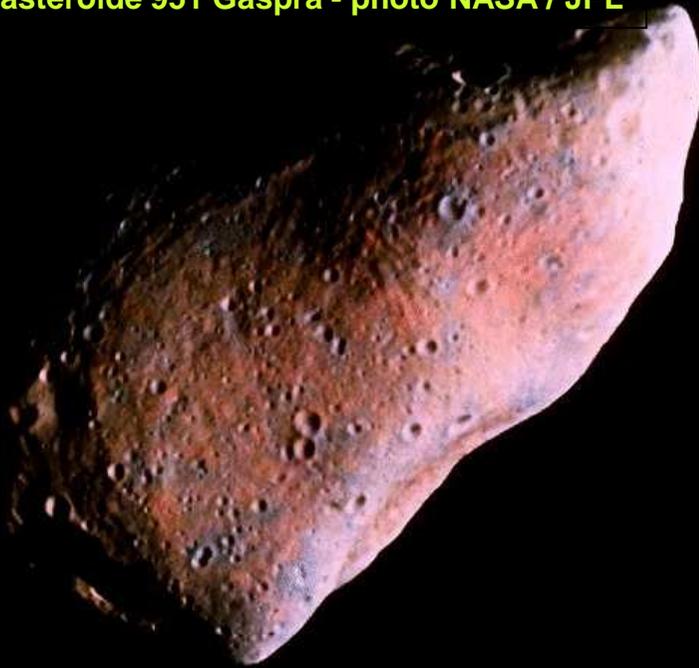


ORBITES DES ASTEROIDES DANS LE SYSTEME SOLAIRE



-  La Ceinture principale entre Jupiter et Mars
-  Les Troyennes : même orbite que Jupiter
-  Les Géocroiseurs : orbites croisent celui de la Terre

L'astéroïde 951 Gaspra - photo NASA / JPL



L'astéroïde 253 Mathilde - photo NASA / JPL



L'astéroïde 243 Ida et son satellite - photo NASA / JPL

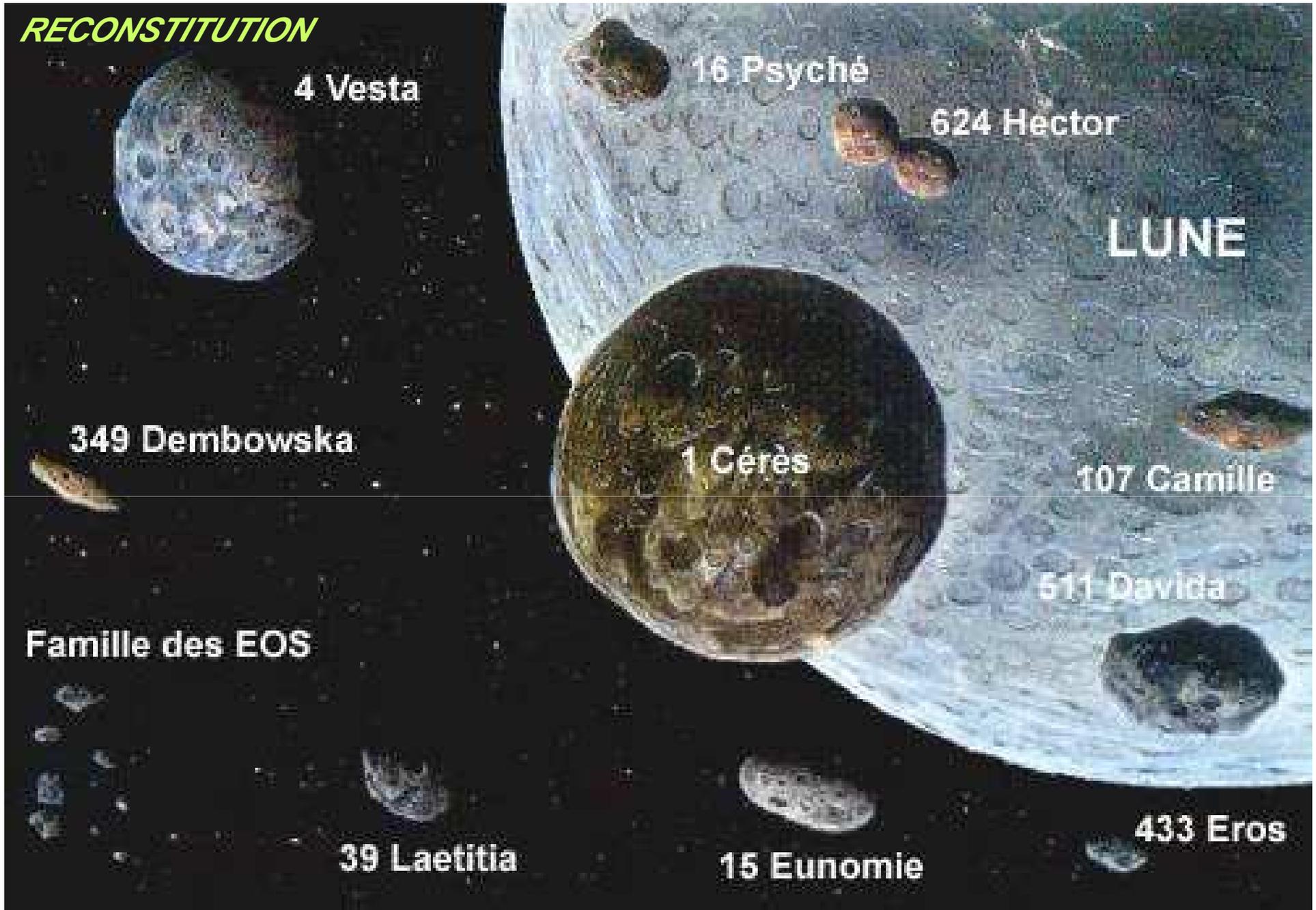


L'astéroïde 433 Eros - photo NASA / JPL



NASA

RECONSTITUTION



IV - LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTEME SOLAIRE

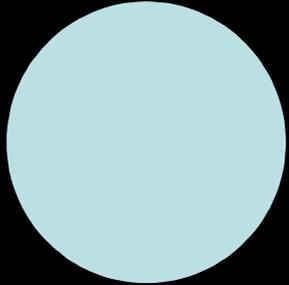
- 1 - LES SATELLITES
- 2 - LES COMETES
- 3 - LES ASTEROIDES
- 4 - LES METEORITES

QUELQUES DEFINITIONS

- **Un météoroïde** = un astéroïde situé sur une trajectoire de collision avec la Terre
 - **Un météore** = «étoile filante » = un météoroïde qui entre dans notre atmosphère à haute vitesse et qui se désintègre par la friction en laissant une trace de lumière
 - **une météorite** = un fragment rocheux qui frappe la surface de la Terre et qui résulte de la désintégration d'un météore lorsque ce dernier ne brûle pas complètement
 - **les chondres** = des sphérules millimétriques observées dans une météorite
- Ce sont des inclusions silicatées ayant la même composition chimique que la couronne solaire et le milieu interstellaire
- **Les chondrites** = des roches formées en partie de chondres.
- Les chondrites seraient les témoins de la condensation de la nébuleuse initiale.
- Leur datation radiométrique donne un âge de **4.600 million d'années**

CLASSIFICATION DES METEORITES

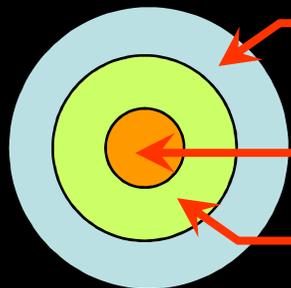
INDIFFERENCIEES



- chondrites ordinaires (olivine, pyroxène, métal) 80%

- chondrites carbonées (composition solaire + carbone) 80%

DIFFERENCIEES



croûte

- achondrites (pyroxène + autres) 8%

noyau

- métalliques (Fe + Ni) 6%

manteau

- métallo-pierreuses (métal + silicates) 2%

Météorite métallique : Sidérite



Météorite pierreuse : Chondrite



IV - LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTEME SOLAIRE

1 - LES SATELLITES

2 - LES COMETES

3 - LES ASTEROIDES

4 - LES METEORITES

5 - LE MILIEU INTERPLANETAIRE

- poussières

= particules solides microscopiques issues des comètes et les astéroïdes

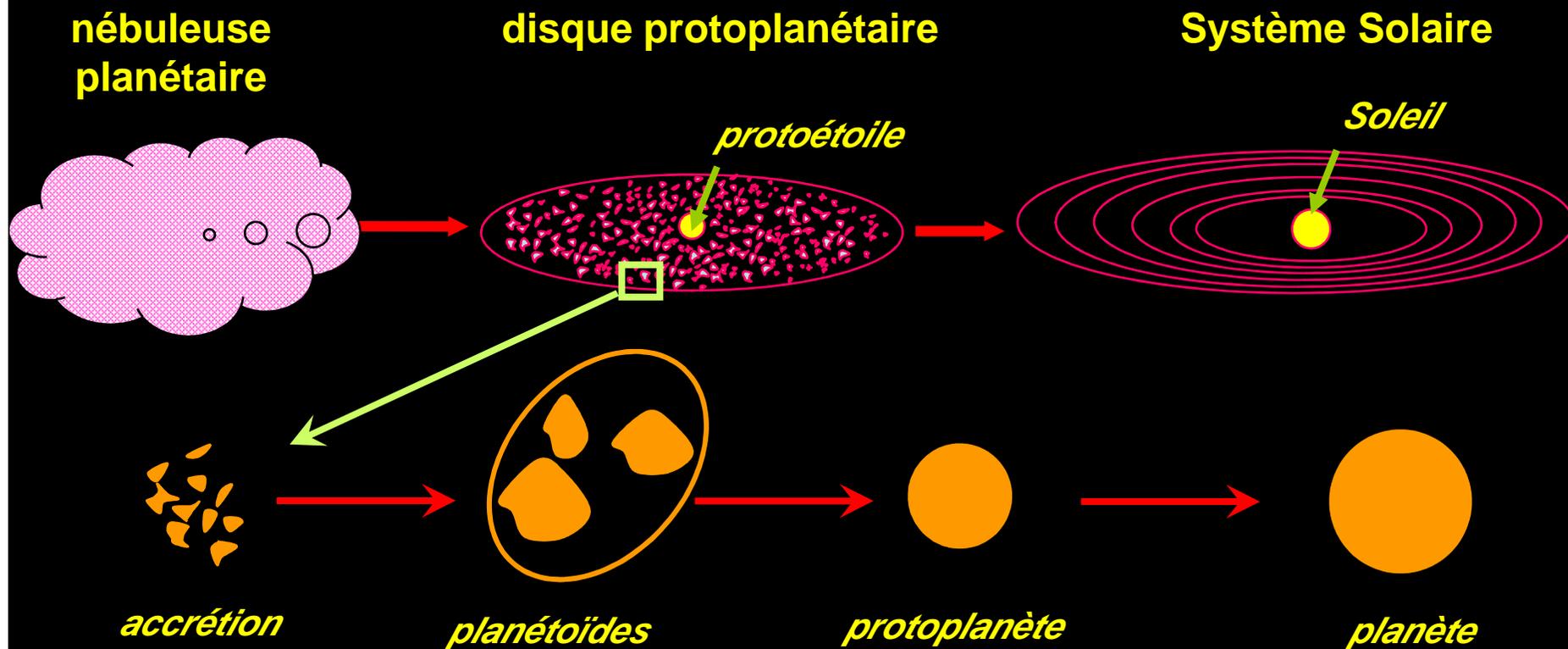
- vent solaire

= plasma entièrement ionisé et magnétisé, constitué de noyaux d'hydrogène et d'hélium) mélangés à des électrons à très haute température

- rayons cosmiques

= vent solaire mélangé à des noyaux et atomes plus lourds

V - FORMATION DU SYSTEME SOLAIRE



Agglomération de poussières et de gaz accompagnée de synthèse de molécules minérales



nébuleuse diffuse

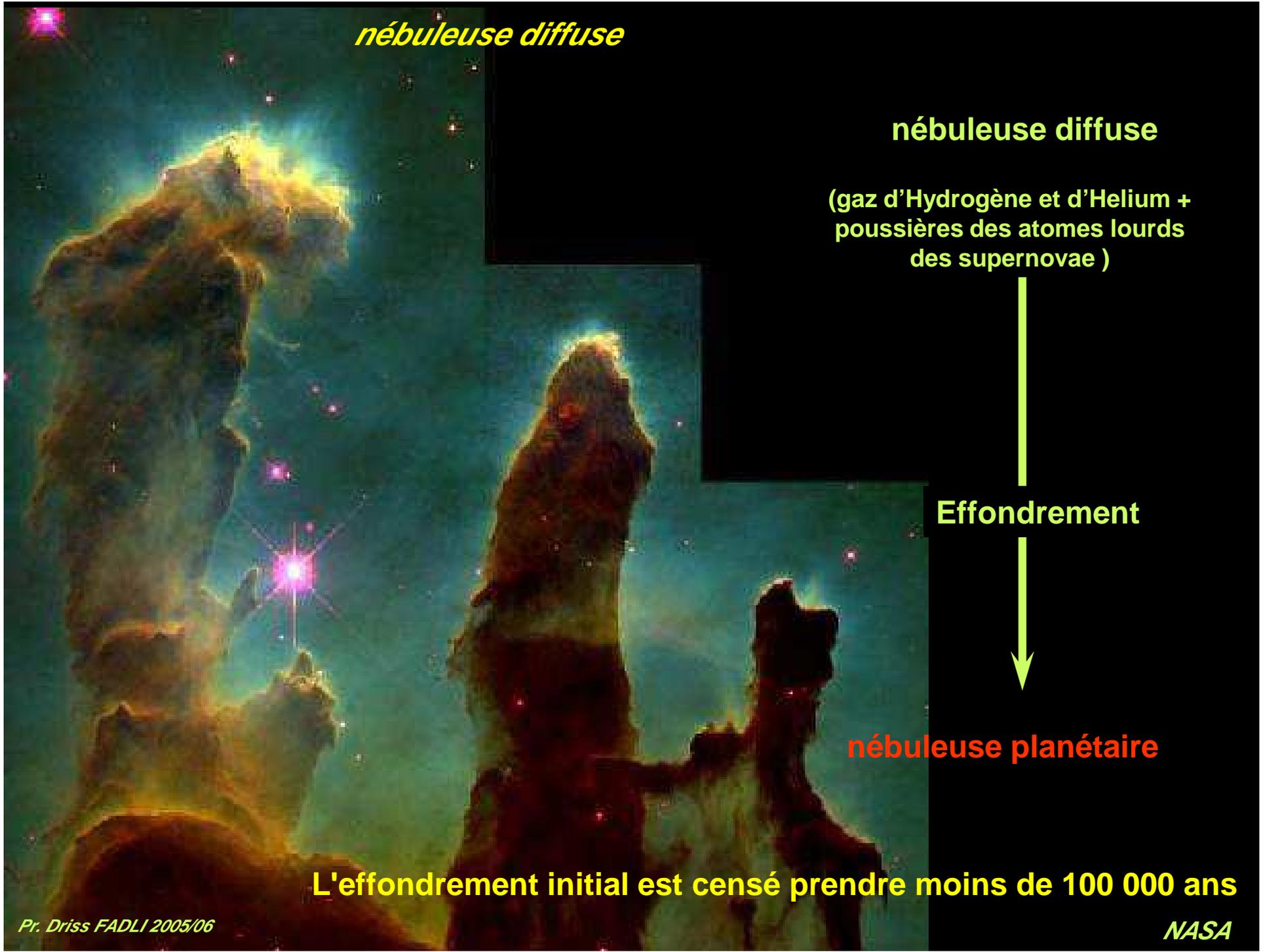
nébuleuse diffuse

(gaz d'Hydrogène et d'Helium +
poussières des atomes lourds
des supernovae)

Effondrement

nébuleuse planétaire

L'effondrement initial est censé prendre moins de 100 000 ans



nébuleuse diffuse



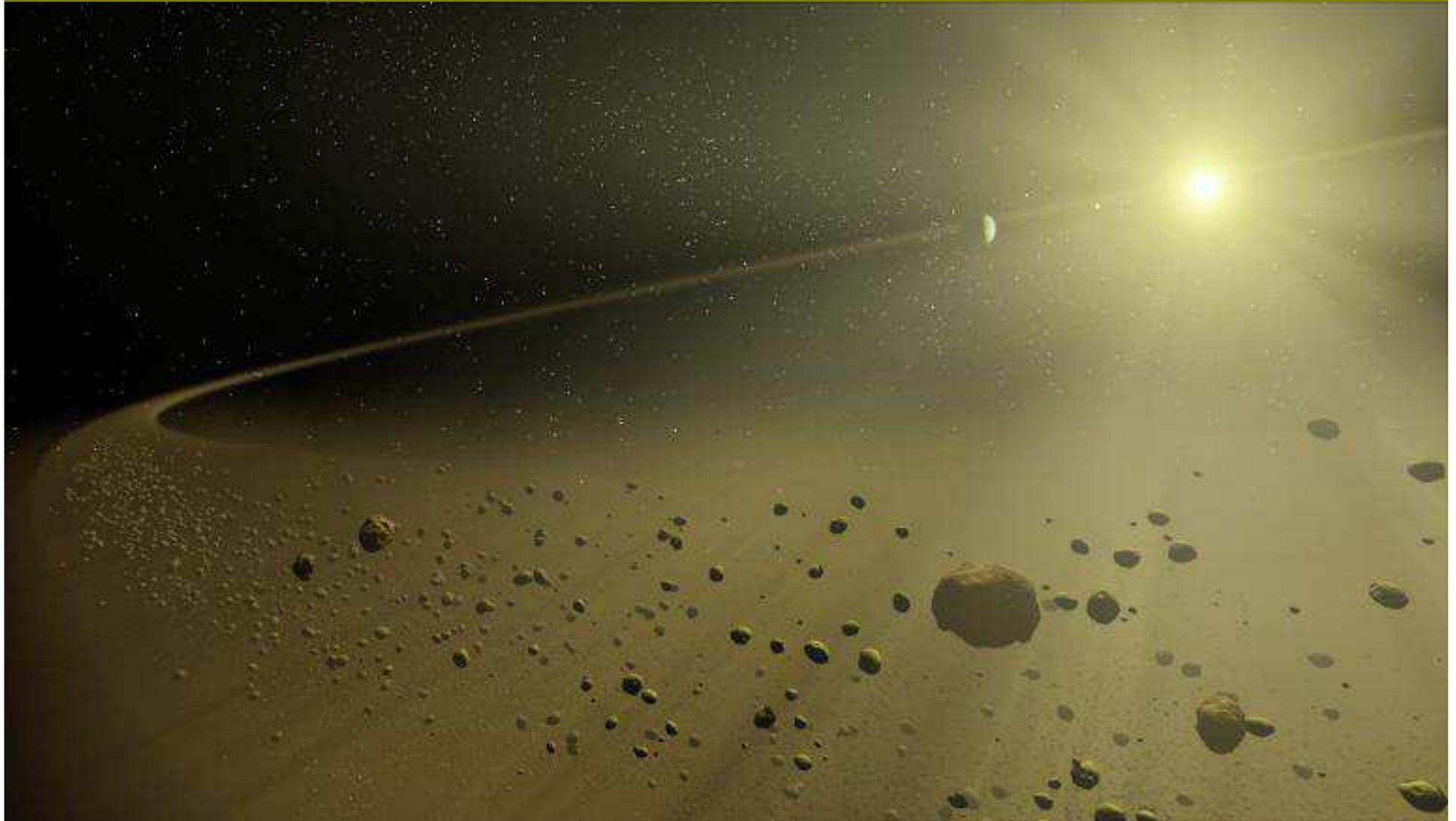
NASA

nébuleuse planétaire 2. - nébuleuse œil de chat



The Cat's Eye Nebula — NGC 6543  HUBBLESITE.org

RECONSTITUTION : PROTO ETOILE



RECONSTITUTION DE L'ALLURE DU DISQUE PROTOPLANETAIRE ET PROTO ÉTOILE

Source : Community > Scenery & Nature > Space

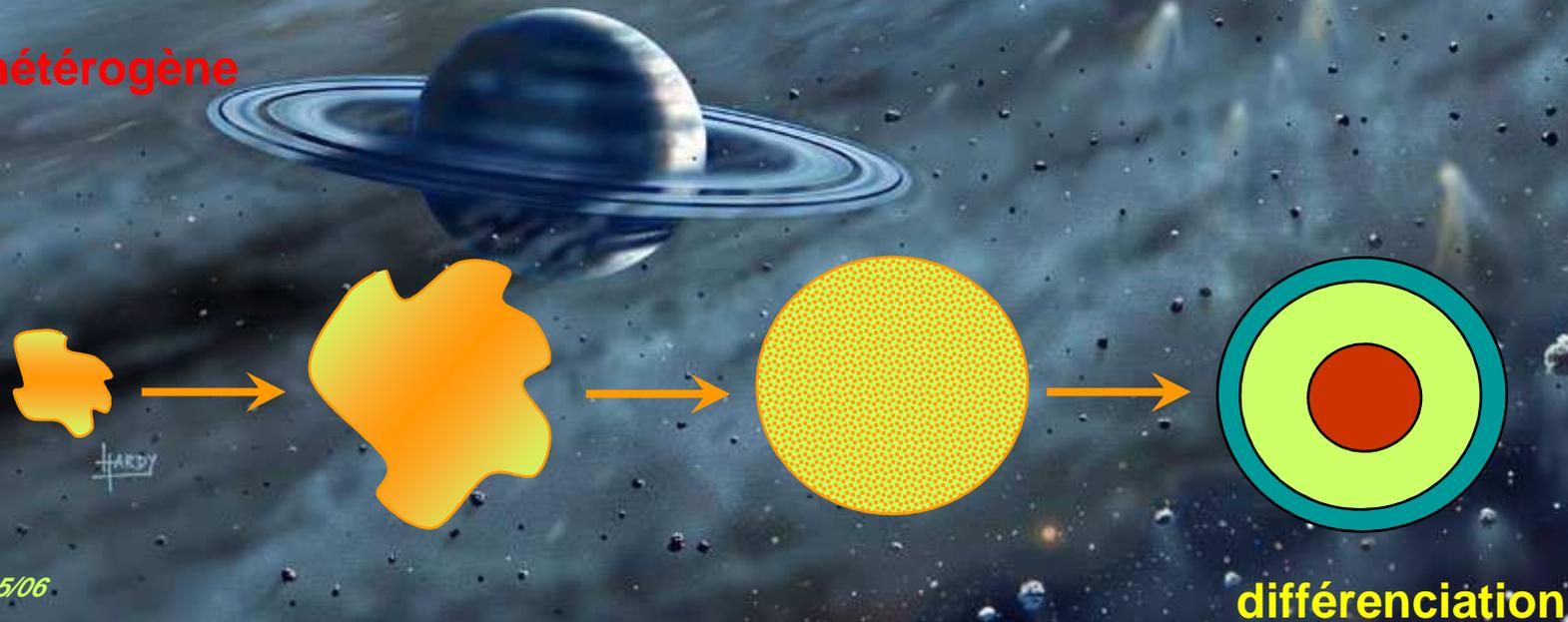
(fig.5)

2 TYPES D'ACCRETION :

Accrétion homogène



Accrétion hétérogène





Sedna
800-1100 miles
in diameter

FIN



Quaoar
(800 miles)



Pluto
(1400 miles)



Moon
(2100 miles)



Earth
(8000 miles)

**COMPARAISON DE LA TAILLE DE LA « PLANETE » SEDNA
AVEC LA TERRE ET QUELQUES SATELLITES**

NAZA