

GÉOLOGIE GÉNÉRALE
PR. MORARECH MOAD
DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE



Chapitre 3 : LE SYSTEME SOLAIRE

Filière Sciences de la Vie et de la Terre (SVT , Semestre 1)
Module M3- 2020-2021

SVI-STU/S1

CHAPITRE III

LE SYSTEME SOLAIRE

I - ORGANISATION DU SYSTEME SOLAIRE

- **le Soleil** : une étoile moyenne
- **les planètes** : **corps célestes** gravitent autour du Soleil :
- **les satellites** : astres qui gravitent autour des planètes : 60
- **les astéroïdes** : corps célestes groupés en anneau entre Mars et Jupiter
ou isolés (géo croiseurs) (formant une ceinture entre Mars et Jupiter)
- **les comètes** : corps célestes qui visitent périodiquement notre système solaire
- **Les météorites** : fragments d'astéroïdes ou de comètes
- **le milieu interplanétaire** Poussière +caillouts+ cristaux d'eau+gaz chaud



LE SYSTEME SOLAIRE

- les planètes : *Mercury, Venus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, et Pluton (Planète naine),*
- les 60 *satellites* des planètes : gravitent autour des planètes mélange de roches et de glaces

Définitions simples :

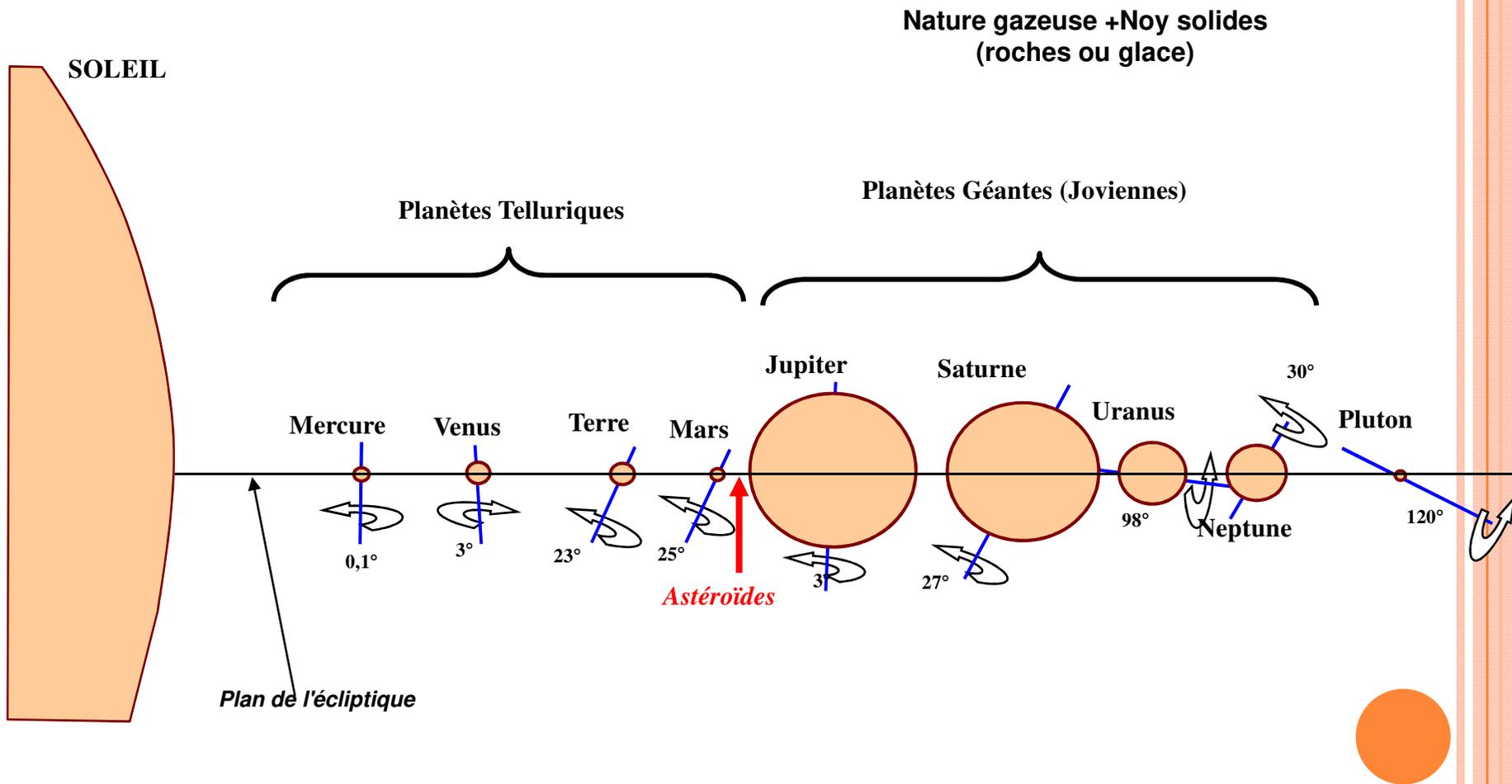
- Une planète : c'est un corps céleste en orbite autour du soleil, de forme sphérique et qui a pu éliminer les autres corps autour de lui lors de sa formation
- Une planète naine : c'est un corps céleste, de petite taille, en orbite autour du soleil, de forme sphérique et qui na pas pu se débarrasser des autres corps autour de lui lors de sa formation (Pluton, Cérès)

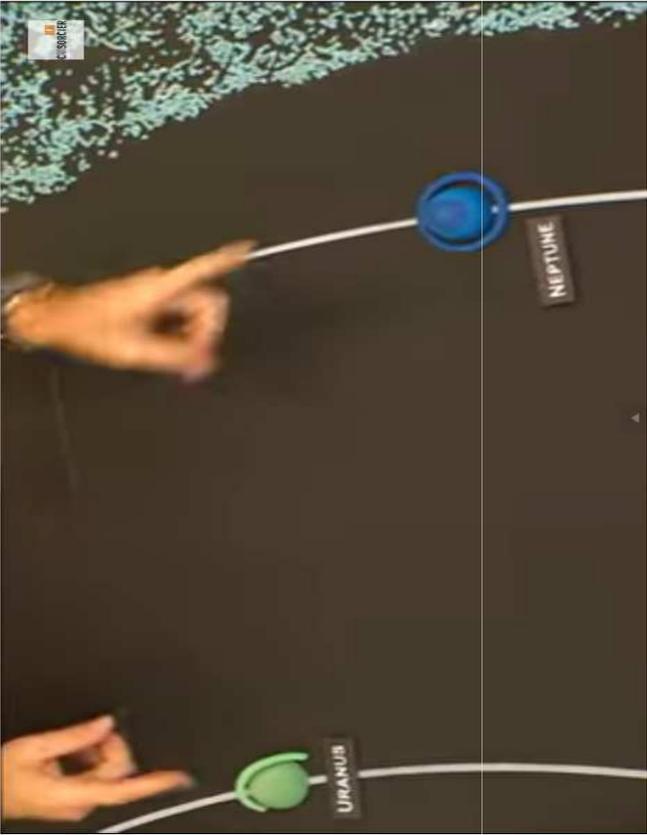


- **Quatre planètes internes ou telluriques** dites aussi rocheuses qui, durant leur évolution, ont perdu l'hydrogène et l'hélium, mais conservent une atmosphère importante (sauf Mercure).
- **Des planètes externes ou gazeuses** dites aussi géantes gazeuses, formées de noyaux solides (de roche ou de glace) entourés essentiellement de gaz **d'hydrogène et de l'hélium**. Ce sont les planètes les plus éloignées du Soleil, avec successivement Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton (qui est une planète naine),



Roches et Atm gazeuses sauf Mercure



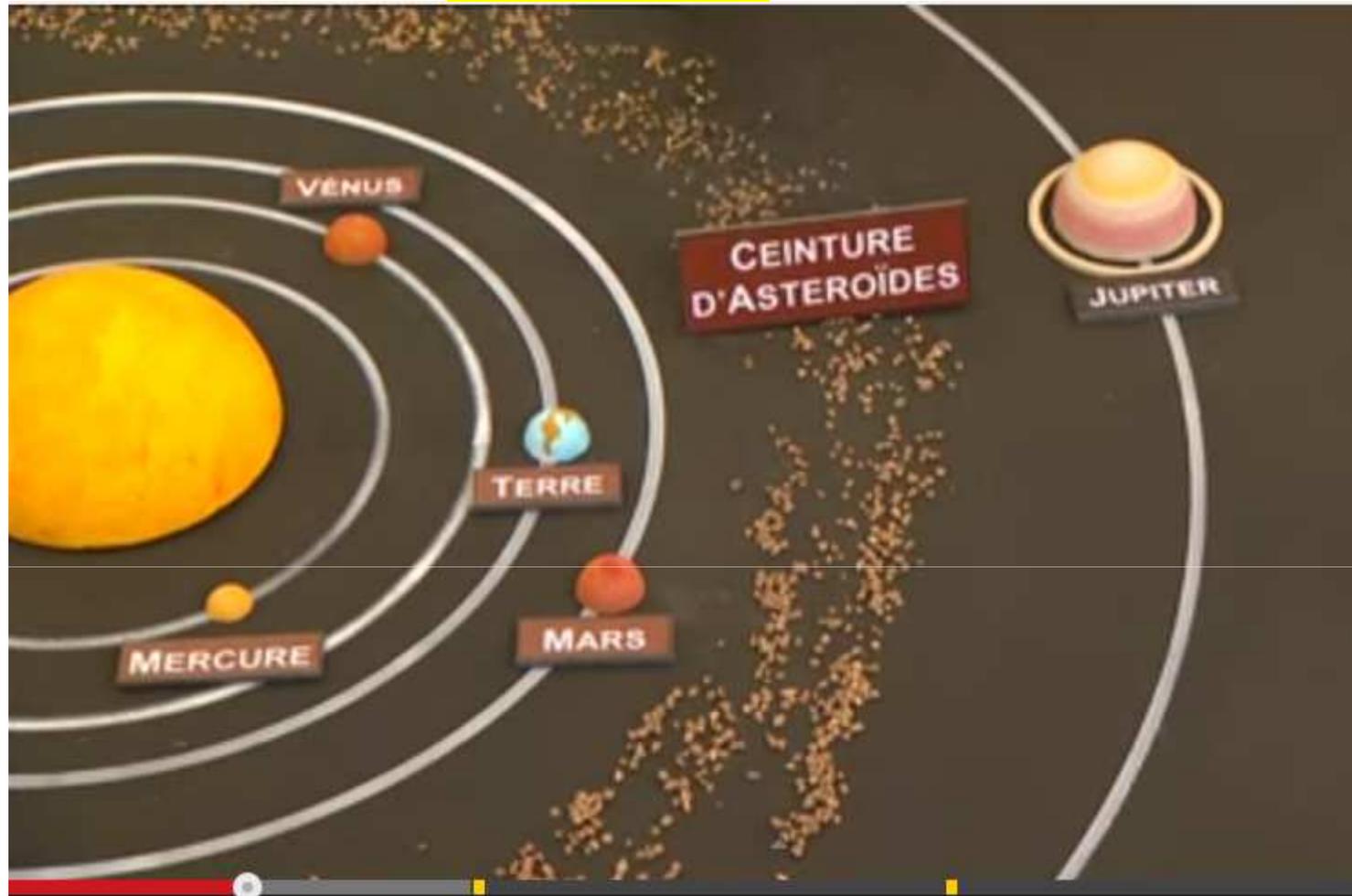


ASTEROIDES

- **Les Astéroïdes** sont des corps rocheux et de glace de quelques km à 1000 km de diamètre.
(corps glacés)
 - Ils se localisent entre les orbites des planètes Mars et Jupiter dans une région que l'on appelle *ceinture d'astéroïdes*,
 - et au delà de l'orbite de Neptune dans une ceinture appelée *ceinture de Kuiper*



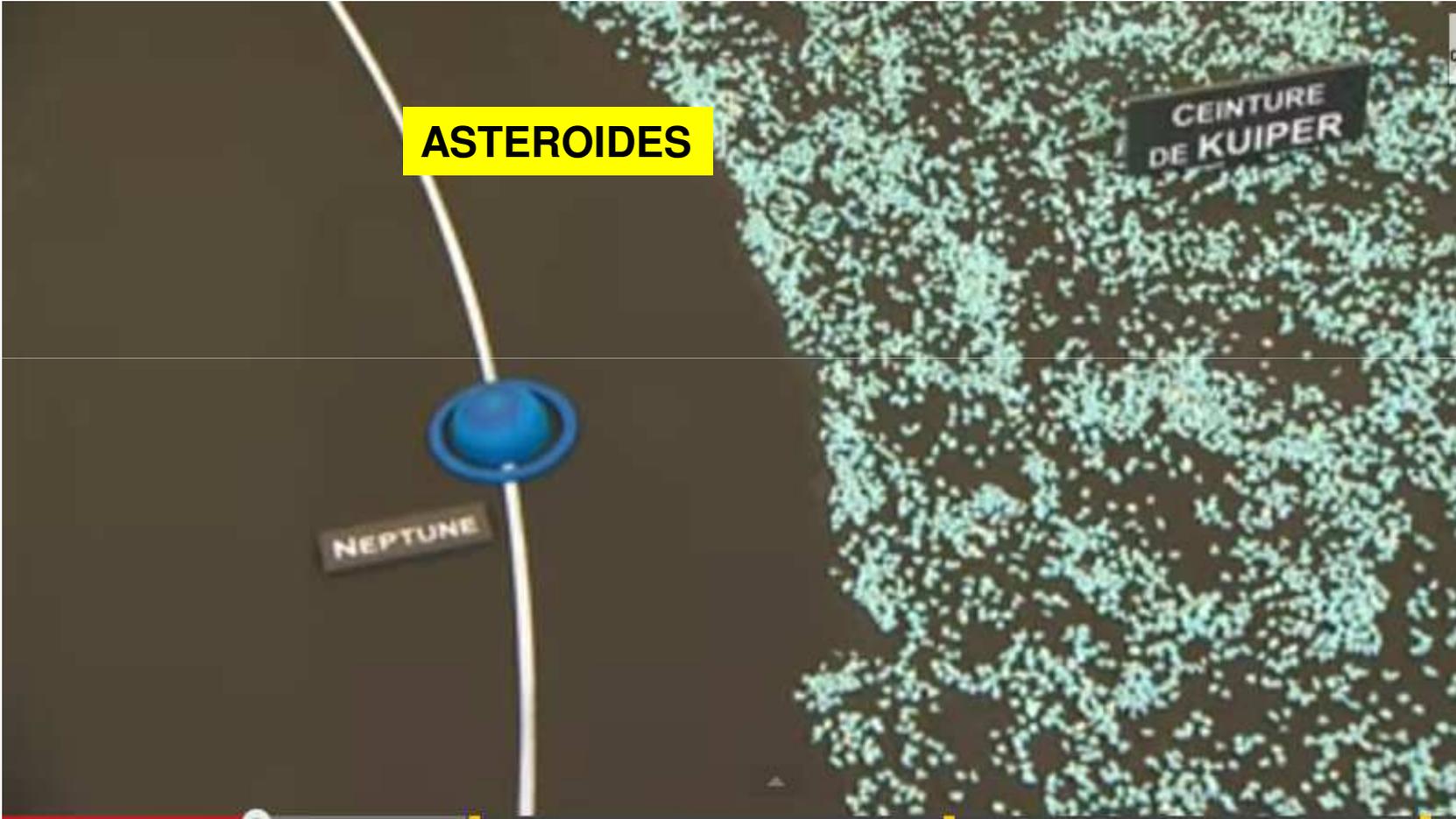
ASTEROIDES

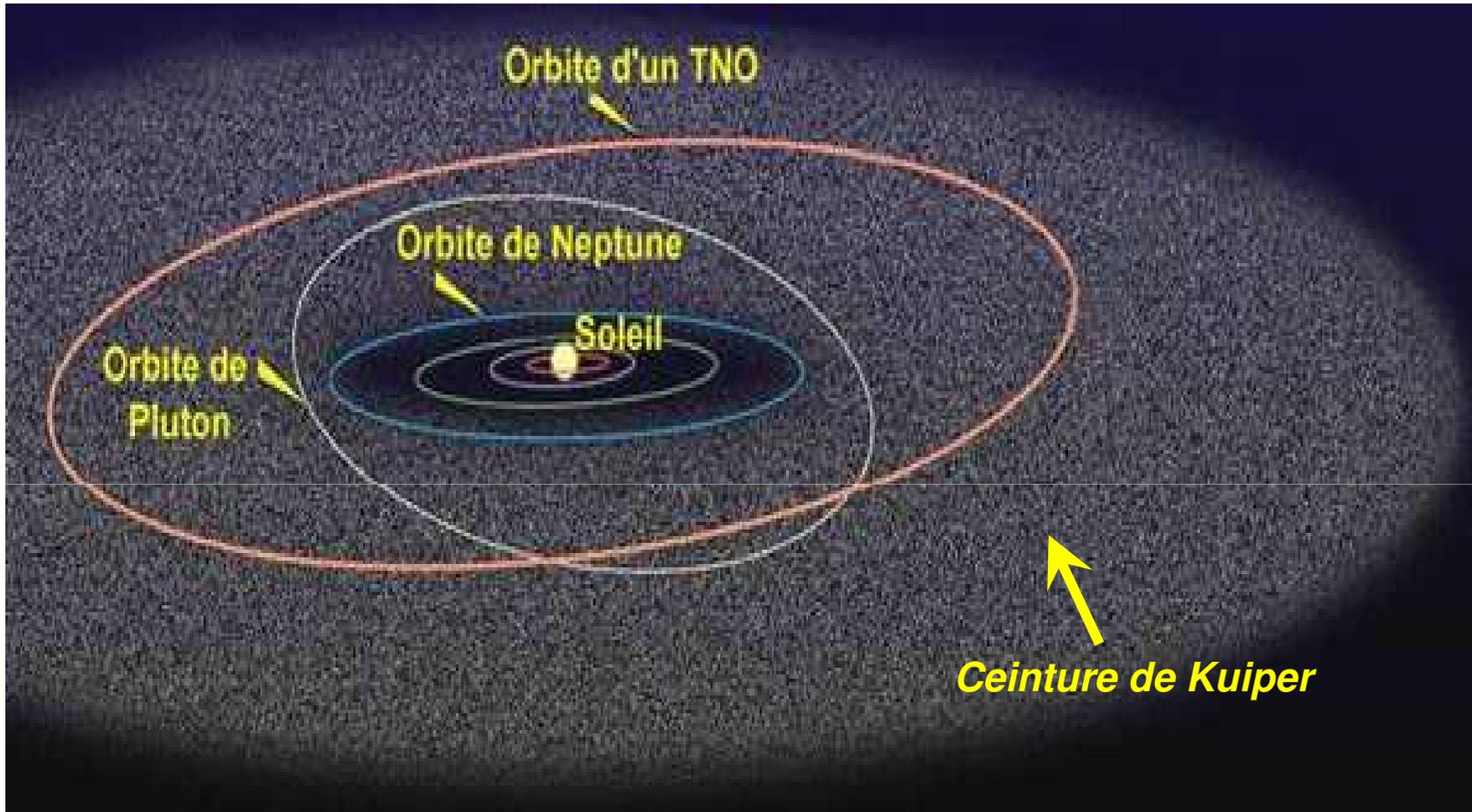


ASTEROIDES

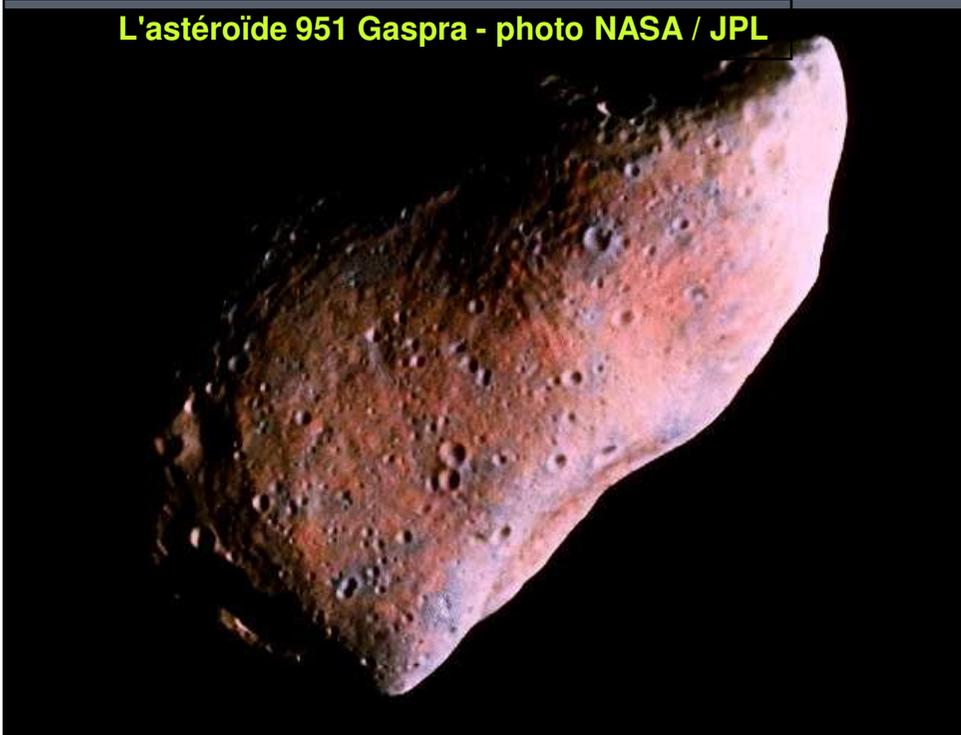
CEINTURE
DE KUIPER

NEPTUNE





L'astéroïde 951 Gaspra - photo NASA / JPL



L'astéroïde 253 Mathilde - photo NASA / JPL



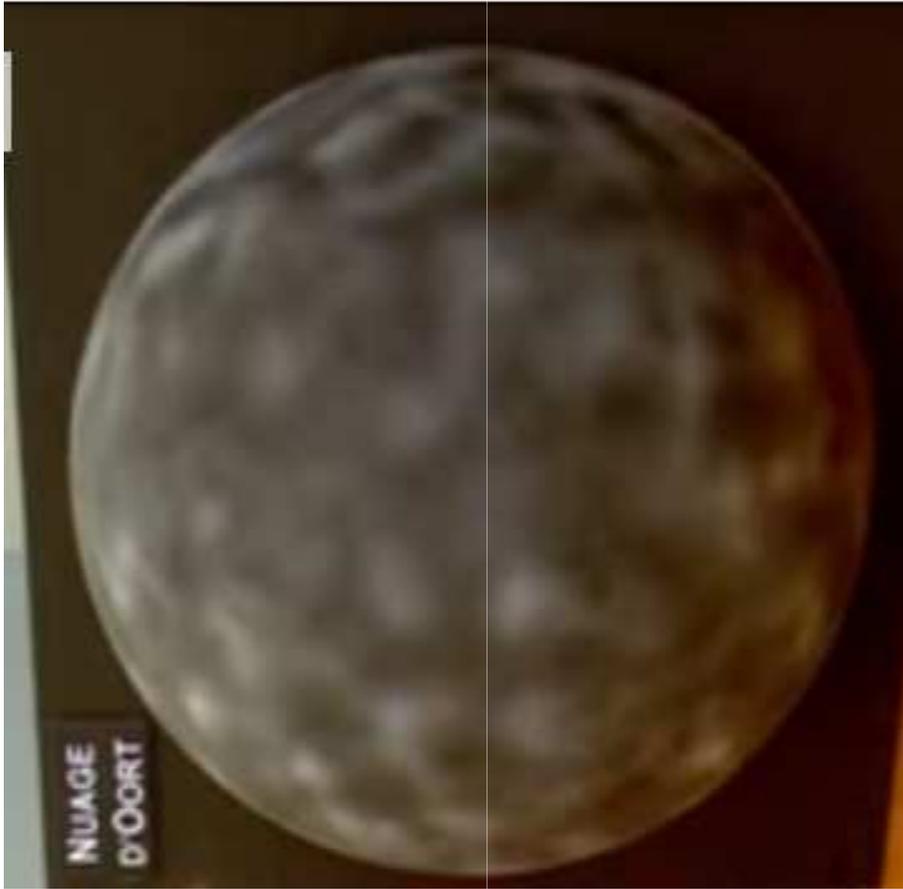
L'astéroïde 243 Ida et son satellite - photo NASA / JPL



L'astéroïde 433 Eros - photo NASA / JPL



NASA



COMETES

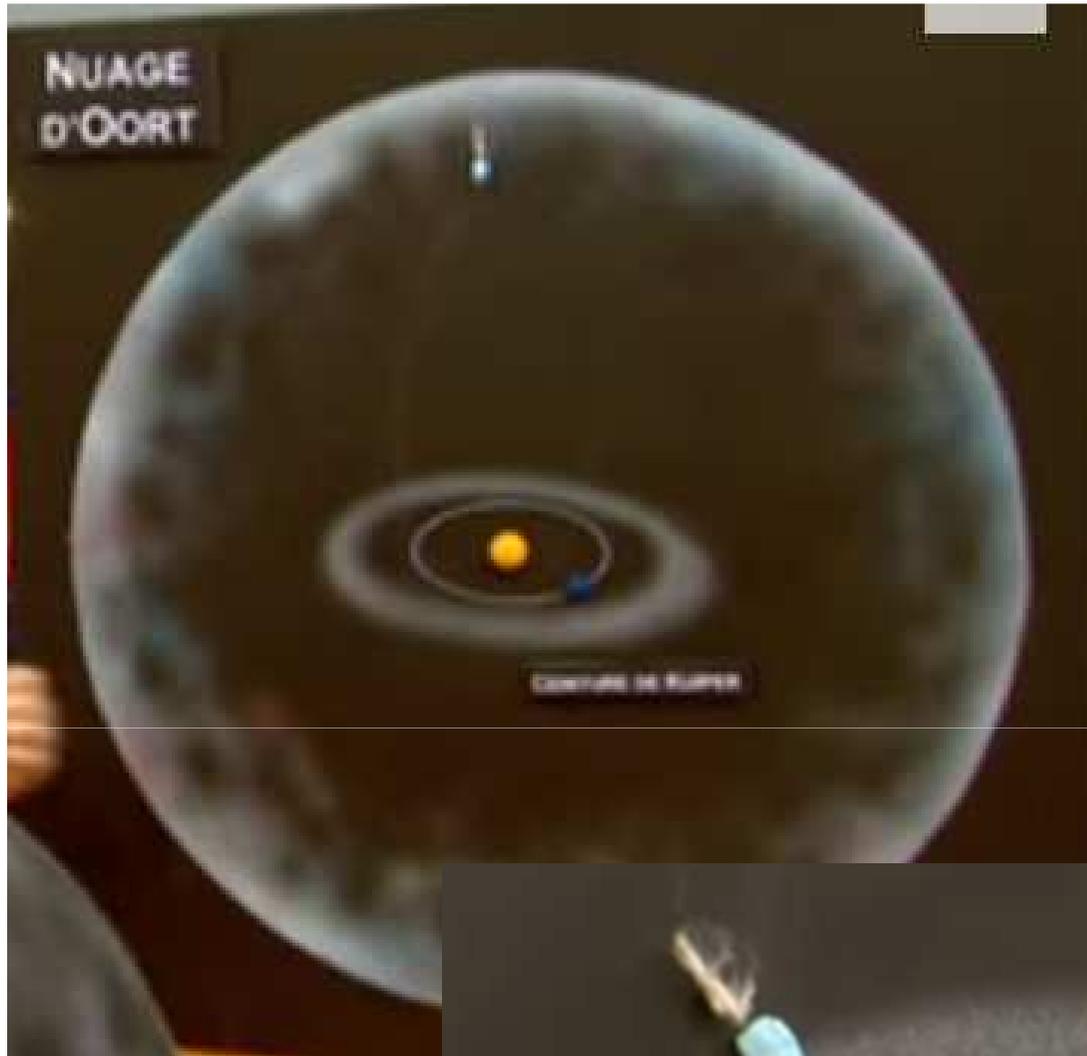
- **Les comètes** sont des astres constitués de glaces et de poussières, de forme irrégulière,
 - A cause du chauffage par la radiation solaire, la comète émet des quantités importantes de gaz et produit une queue spectaculaire.
 - Leur origine serait la ceinture de Kuiper et//ou le nuage d'Oort. Leur révolution autour du soleil peut durer 76 ans (comète de Halley) jusqu'à 2.400 ans (comète de Hall - Bopp).
- révolution : 76 ans (comète de Halley) à 2.400 ans (comète de Hall-Bopp).



LES COMETES

Les trois dernières visites de la comète de Halley remontent à 1835, 1910 et 1986 ; son prochain passage au périhélie devrait avoir lieu le 28 juillet 2061.

1986 : La navette spatiale Challenger s'envole pour l'observer avec une enseignante dans l'équipage qui était censée donner des cours en direct depuis l'espace en particulier sur cette comète. L'accident de la navette spatiale Challenger pendant le décollage tue tout l'équipage et détruit la navette



COMETES



PLANETES NAINES

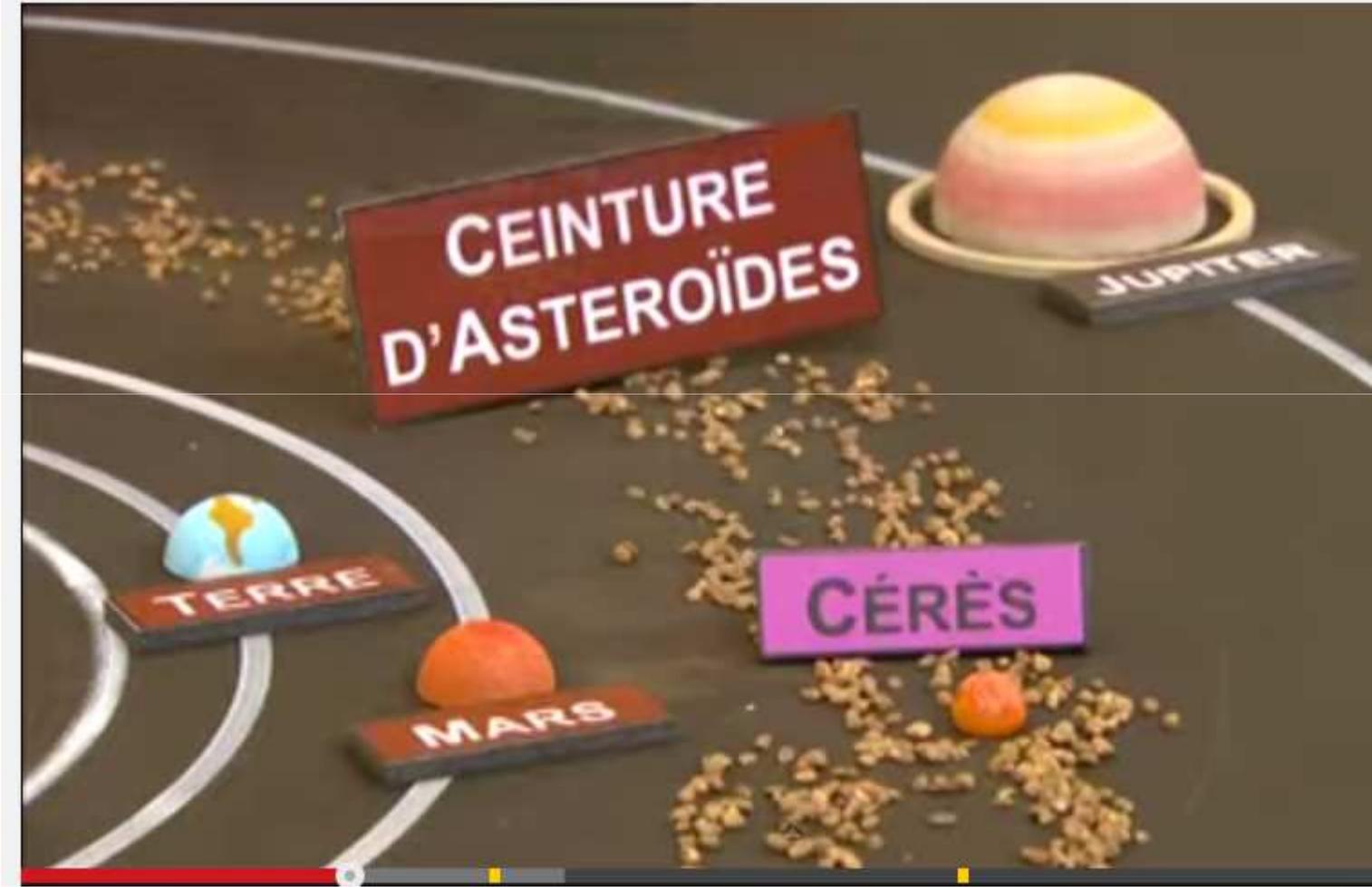
PLUTON



PLANETES NAINES



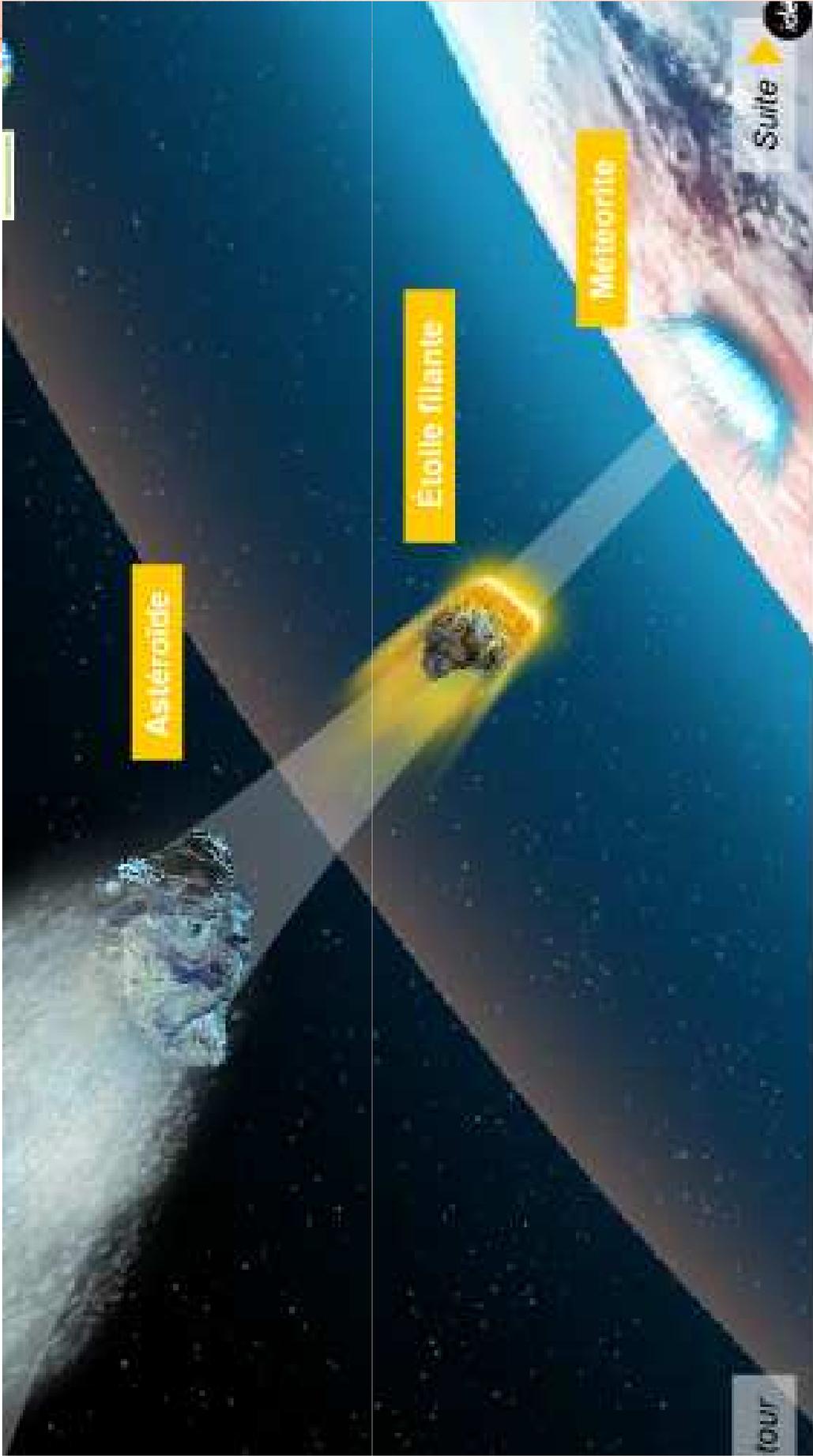
PLANETE NAINE



- **Les Météorites** représentent des fragments de débris provenant des astéroïdes ou de comètes qui entrent dans l'atmosphère de la Terre et qui tombent sur la surface terrestre. On pense qu'une immense météorite (plusieurs km de diamètre) a été la responsable de la disparition des dinosaures, il ya 65 millions d'années.

- **Le milieu interplanétaire** : il inclut au moins 2 constituants :
 - La poussière interplanétaire qui correspond à des particules solides microscopiques,
 - Le gaz interplanétaire, que l'on appelle aussi *plasma*, qui correspond à un courant de gaz chaud avec des particules chargées, pour la plupart, de protons et d'électrons. Ce courant provient du Soleil et il est appelé le *vent solaire*.





Asterroïde

Étoile filante

Météorite

four

Suite



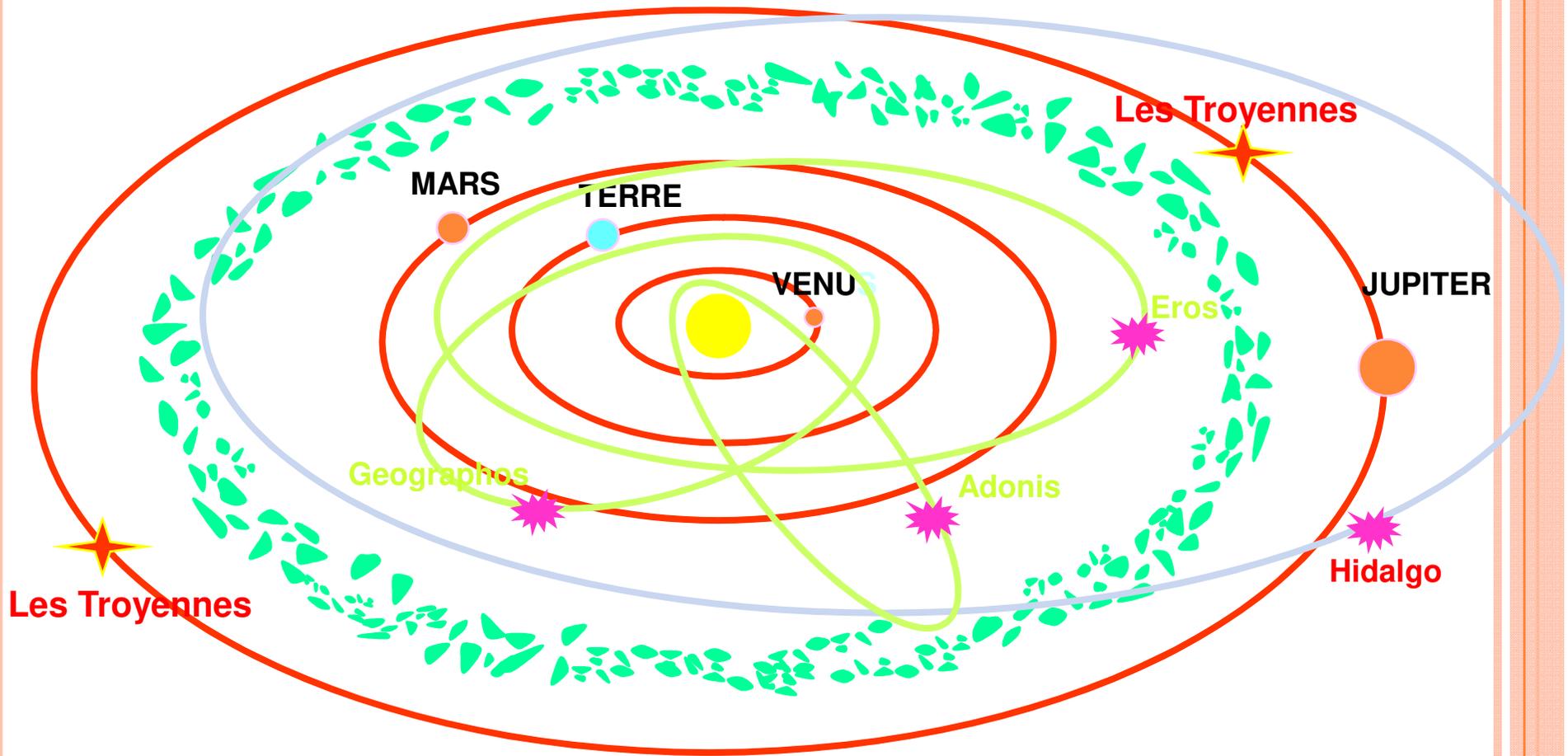
Météorite métallique : Sidérite



Météorite pierreuse : Chondrite

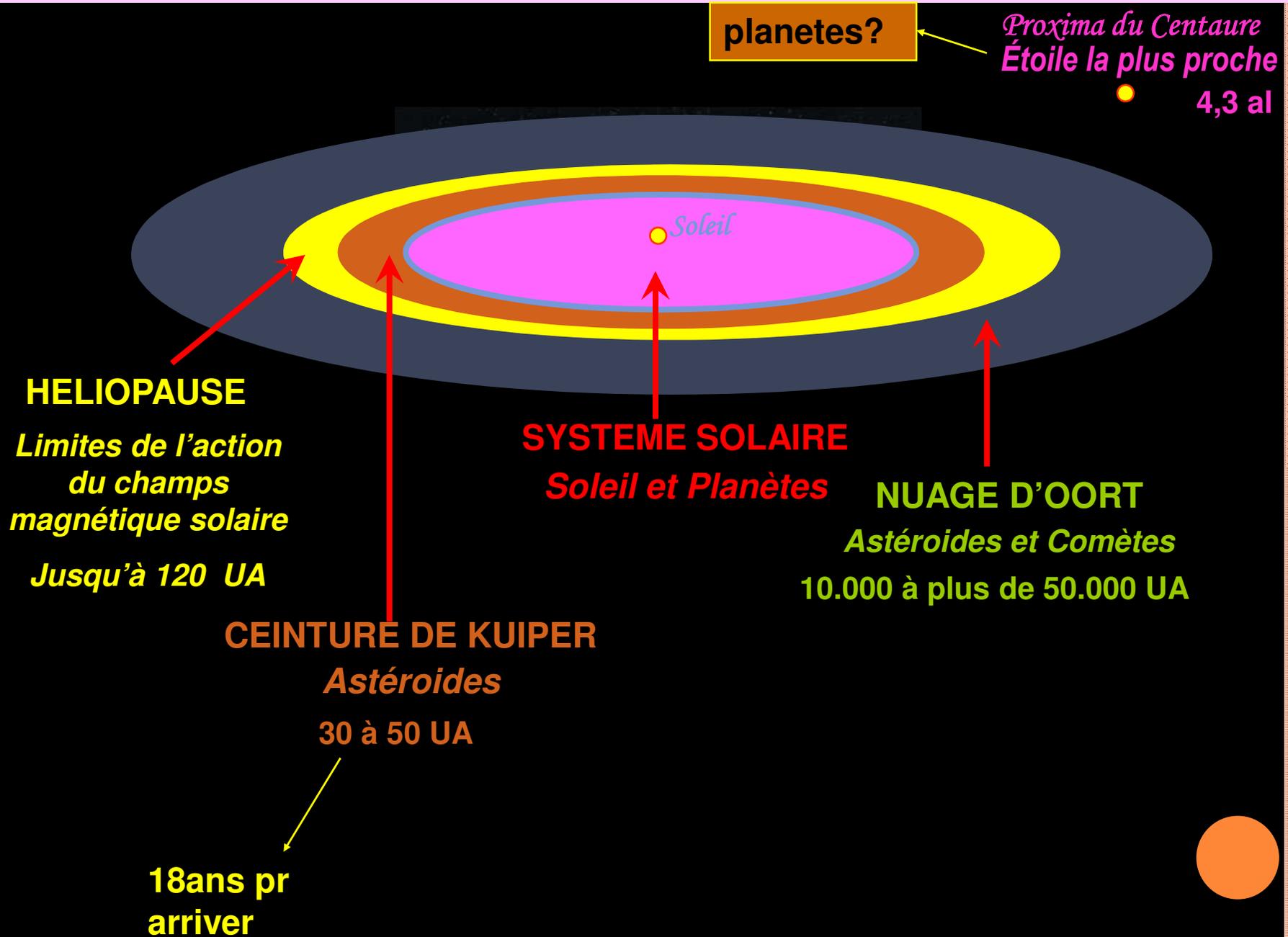


ORBITES DES ASTEROIDES DANS LE SYSTEME SOLAIRE



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

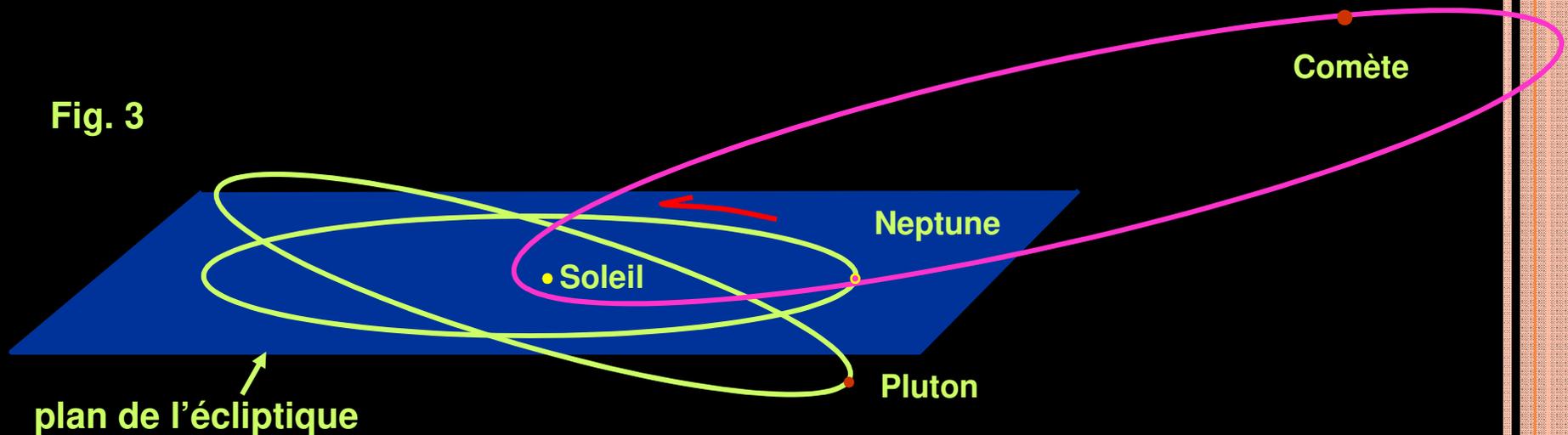
3. – Dimensions et limites



4. – Orbites et rotations des planètes

- gravitation des planètes dans le plan de l'*écliptique* sauf Pluton (orbite inclinée de 17° à 15°)
- gravitation dans le sens anti-horaire si regarde le nord du Soleil à partir du hauts auf pour V
- orbites circulaires sauf pour Pluton (orbite elliptique)
- orbites des comètes très allongées vers le milieu extra système solaire

Fig. 3



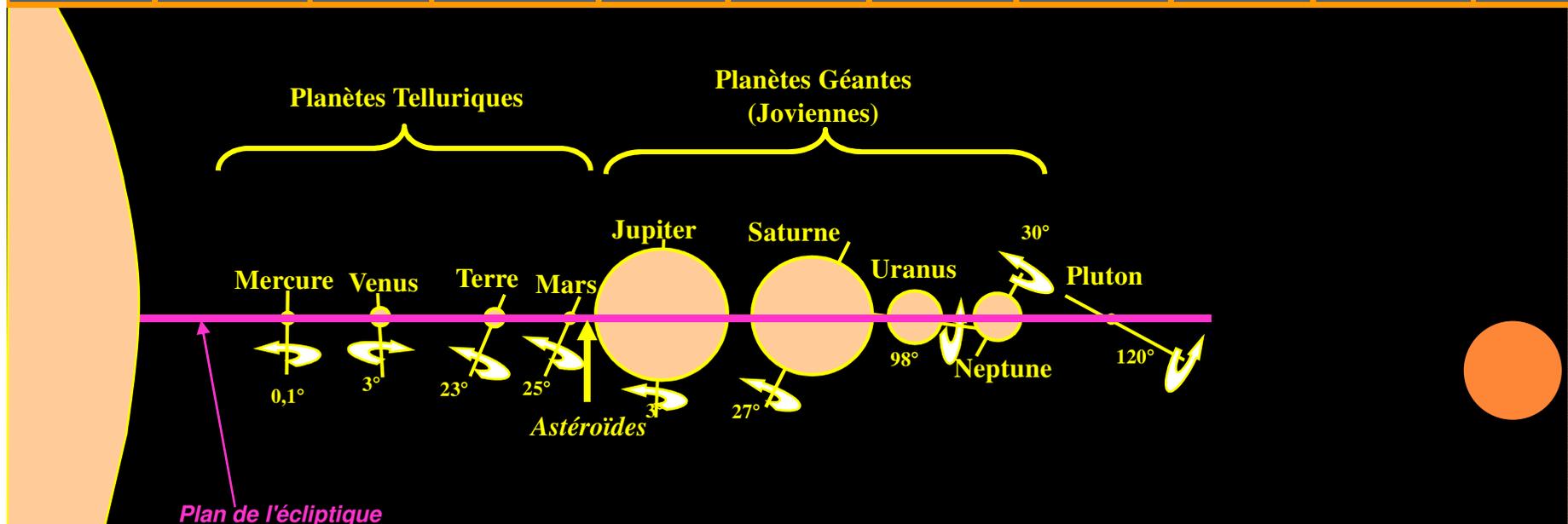
- axe de rotation presque perpendiculaire à l'écliptique sauf pour Uranus et Pluton

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



GÉOLOGIE GÉNÉRALE
PR. MORARECH MOAD
DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE



Chapitre 3 : LE SYSTEME SOLAIRE
2° partie

Filière Sciences de la Vie et de la Terre (SVT , Semestre 1)
Module M3- 2020-2021

SVI-STU/S1

L'ATMOSPHERE DES PLANETES TELLURIQUES : Venus- Mars et la Terre



L'ATMOSPHERE DES PLANETES TELLURIQUES : VENUS- MARS ET LA TERRE

- L'atmosphère des planètes telluriques est le fluide gazeux qui entoure leur surface. Ce gaz est maintenu par l'attraction gravitationnelle et est entraîné avec la planète.
- Une planète ne peut capturer une atmosphère que si elle possédé une masse suffisante, c'est le cas de Venus, de la Terre et de Mars et des planètes gazeuses



MAINTIEN DE GAZ

- Gravité
- Masse suffisante pour capturer l'atmosphère



FORMATION DE L'ATMOSPHERE PRIMITIVE

○ *Au moment de la formation des planètes, une atmosphère s'est formée :*

- par le dégazage des gaz piégés (contenus ou emprisonnés) dans les roches - due à l'activité volcanique
- Ainsi que par des impacts de (astéroïdes, comètes) contenant des gaz volatils tels que H_2O et CO_2 , ces météorites se sont abattus sur les planètes durant leur jeunesse (leur formation)
- L'Atmosphère des planètes était composée de H_2O et CO_2 , N_2



- Donc la composition de l'Atmosphère pour chaque planète va dépendre de sa masse, taille, t° (càd distance para rapport au soleil)

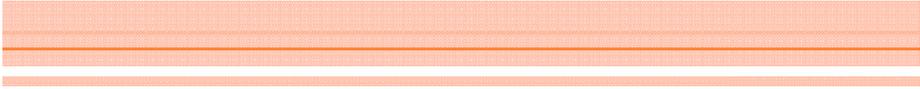
RAPPELONS QUE :

L'Atmosphère des planètes était composée principalement de H_2O , CO_2 , N_2 ,

la composition de l'atmosphère pour chaque planète va dépendre et évoluer principalement en fonction de :

sa masse, de sa taille et de sa température,
donc de sa distance au Soleil



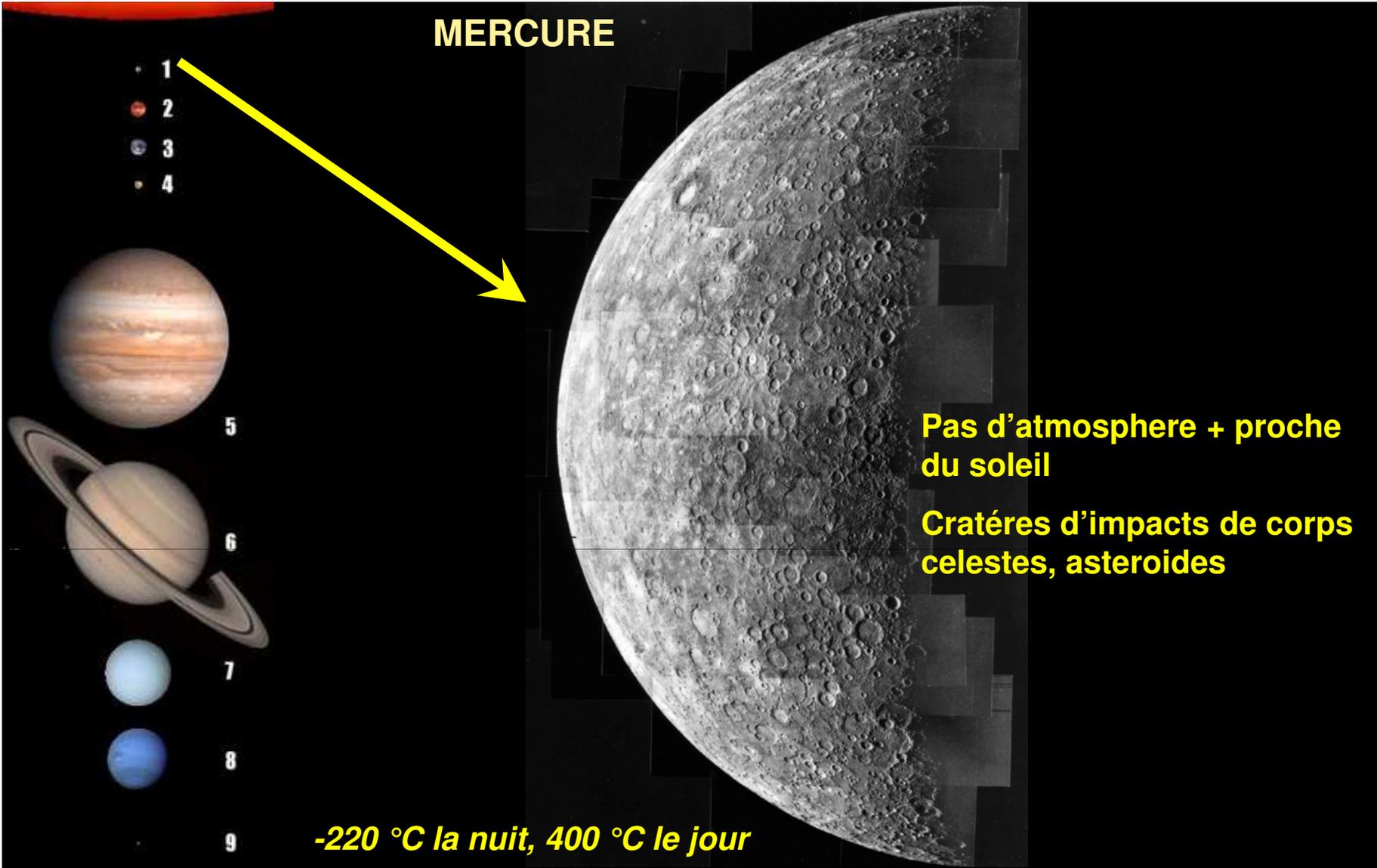




Volcanisme



MERCURE



	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

MERCURE

- Mercure n'a probablement pas eu une atmosphère primitive comme les autres planètes telluriques :
 - à cause de sa proximité avec le soleil
 - et a cause de sa faible masse d'où une faible gravité



VENUS = Etoile du berger : La planète la plus brillante (Nuages qui reflètent les rayons solaires)

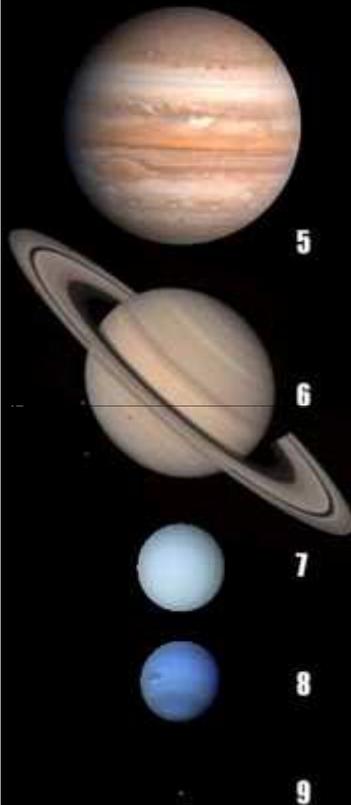
Même taille et même gravité que la terre

température : Environ 460 °C

Atmosphère : vapeur d'eau, 96 %CO₂ et d'acide sulfurique + très dense

P= 93 bars

Ecoulement (volcans,reseauhydrographique eau acidifiée)



	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

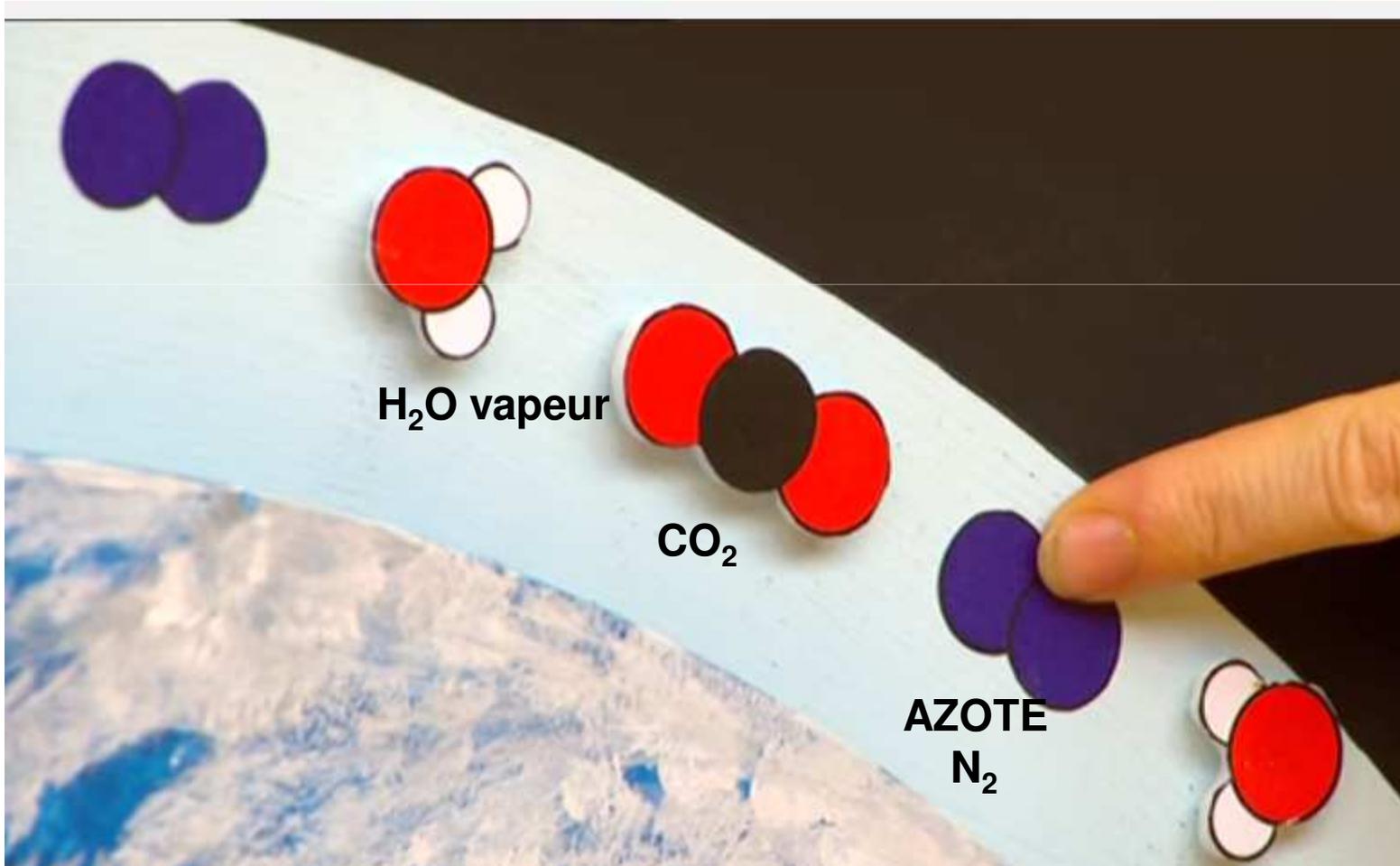
POURQUOI VENUS DIFFERENTE DE TERRE?

- Venus = Eau à l'Etat gazeux (actuellement)

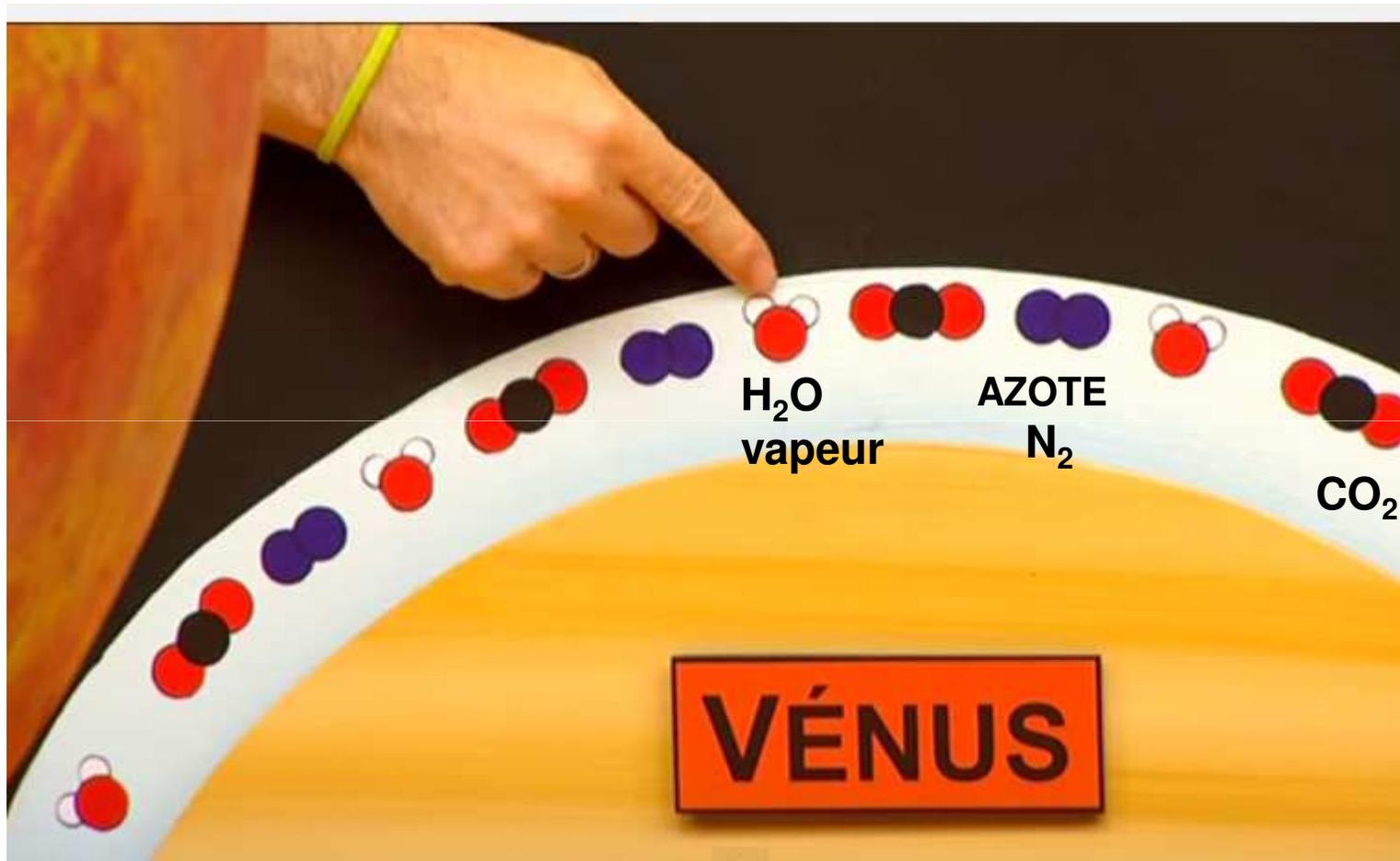
Vénus a probablement possédé autant d'eau que sur la Terre. Avec une température probablement inférieure à 100 °C (**le soleil jeune était moins intense**), l'eau se trouvait sous forme liquide formant des océans.

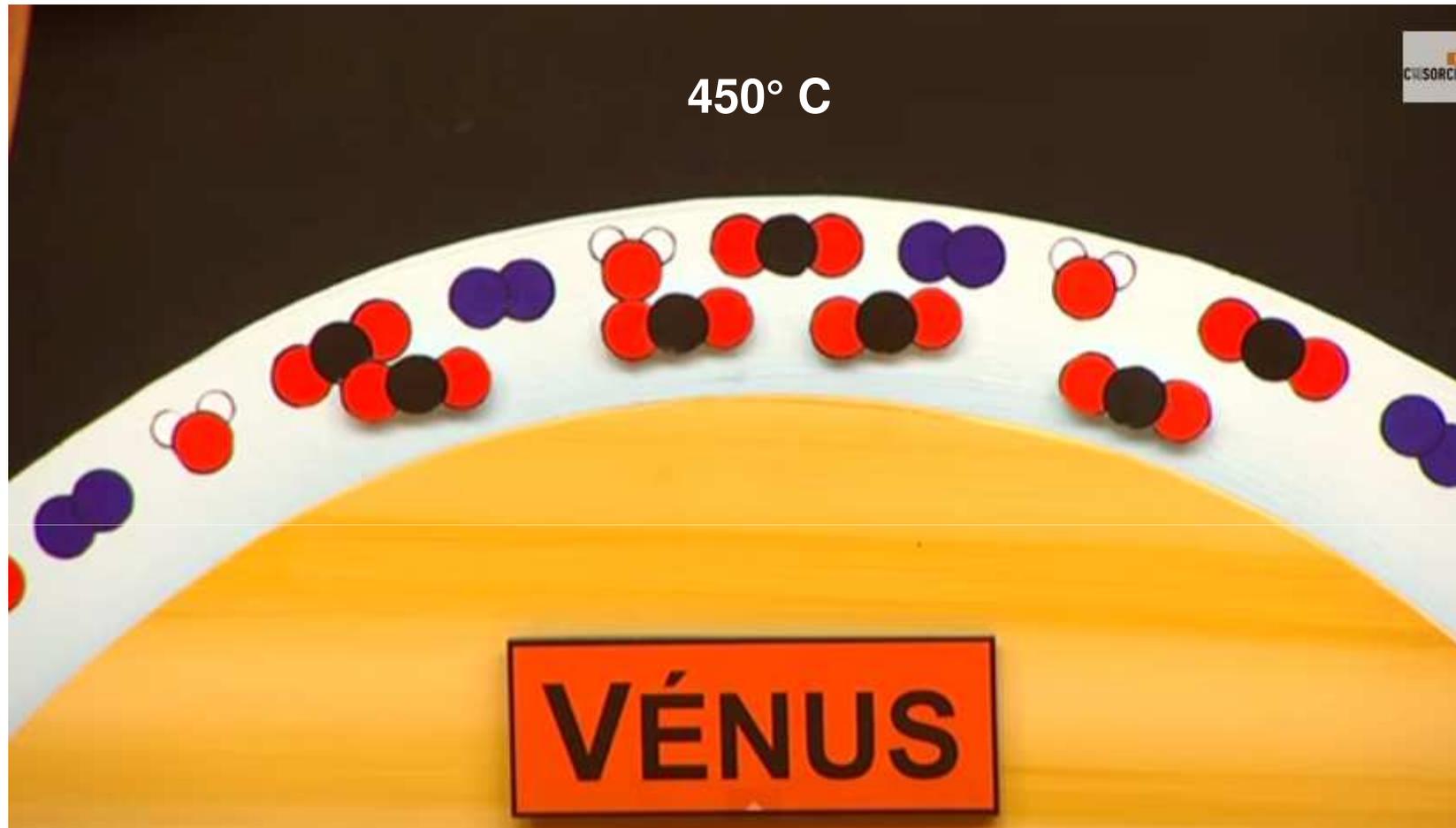
Cependant, Vénus étant plus proche du soleil, sa température était nécessairement plus **chaude que celle** de la Terre, permettant progressivement une *évaporation plus importante des océans.!!*





Proche du soleil ; T° élevée ; eau (sous forme vapeur)

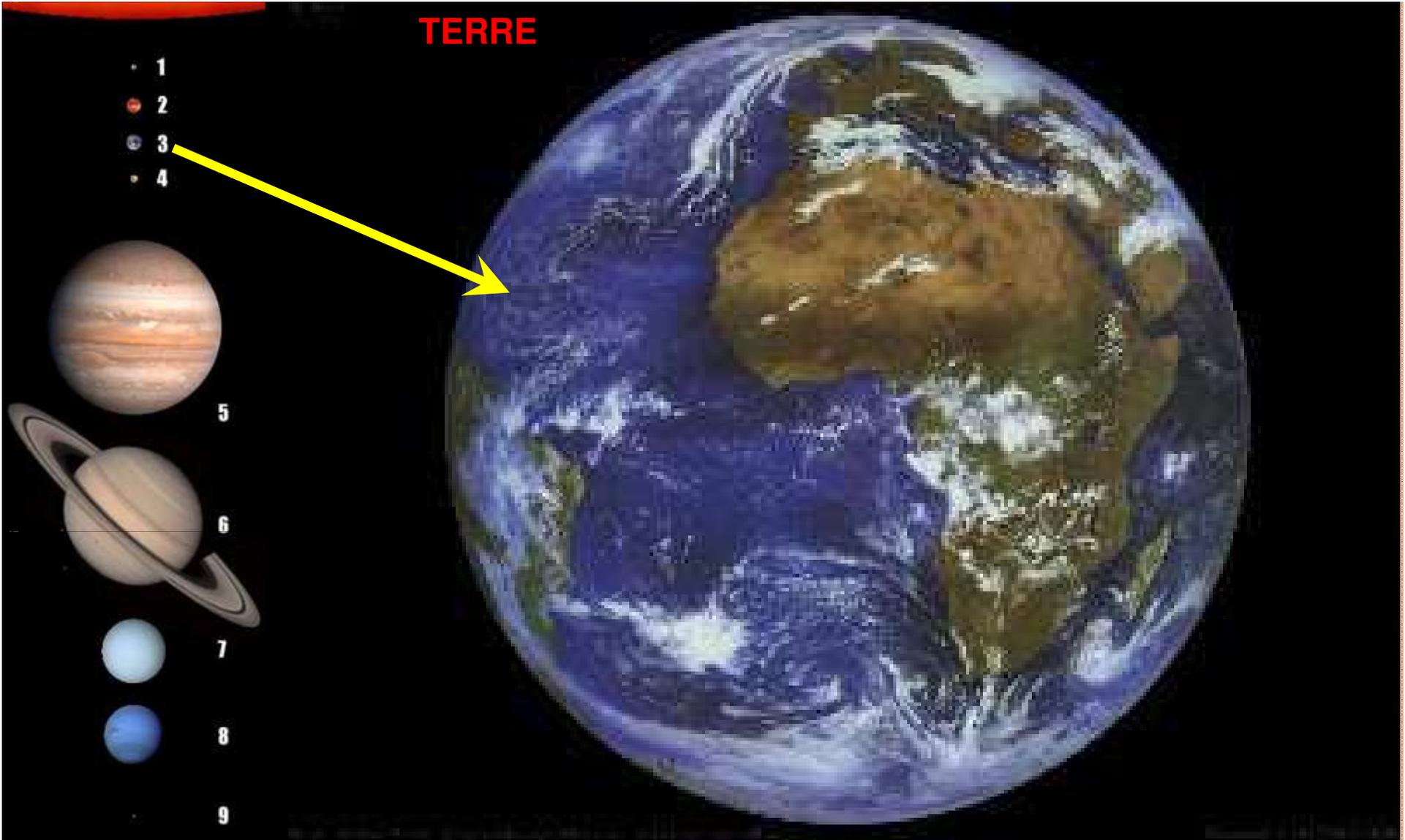




**Absence d'eau / évaporation, Accumulation du CO₂ (Effet de serre)
et T° élevée et Pression élevée**



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

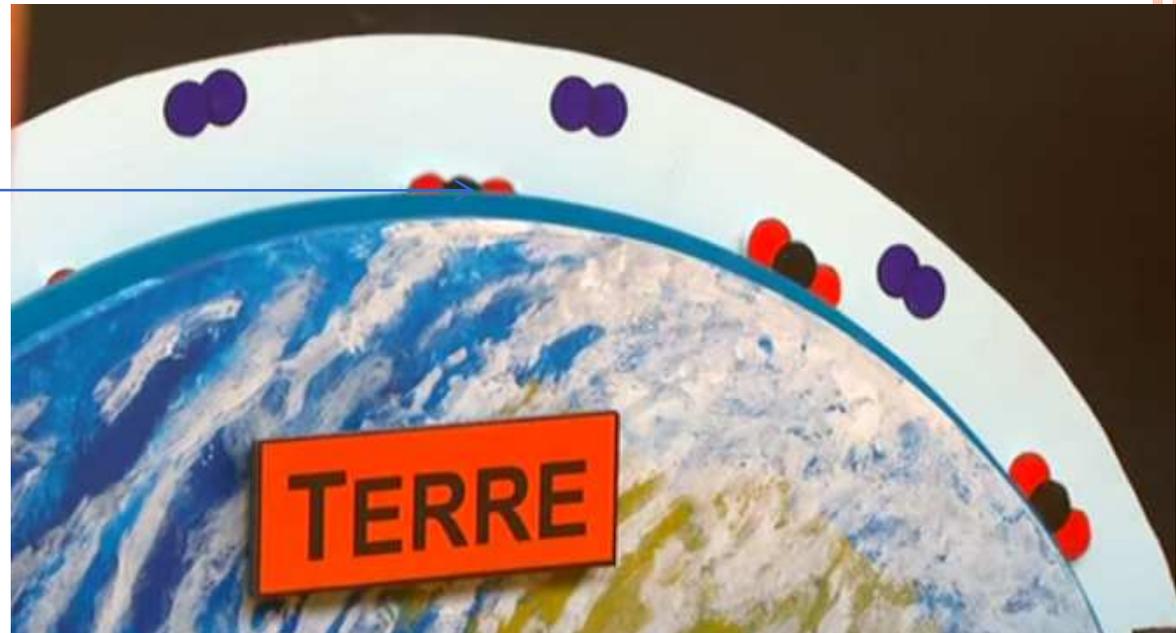


**Eloignement du soleil: T° basses; les océans
n'étaient pas menacés d'évaporation → Eau liquide**





Dissolution du CO₂



MARS

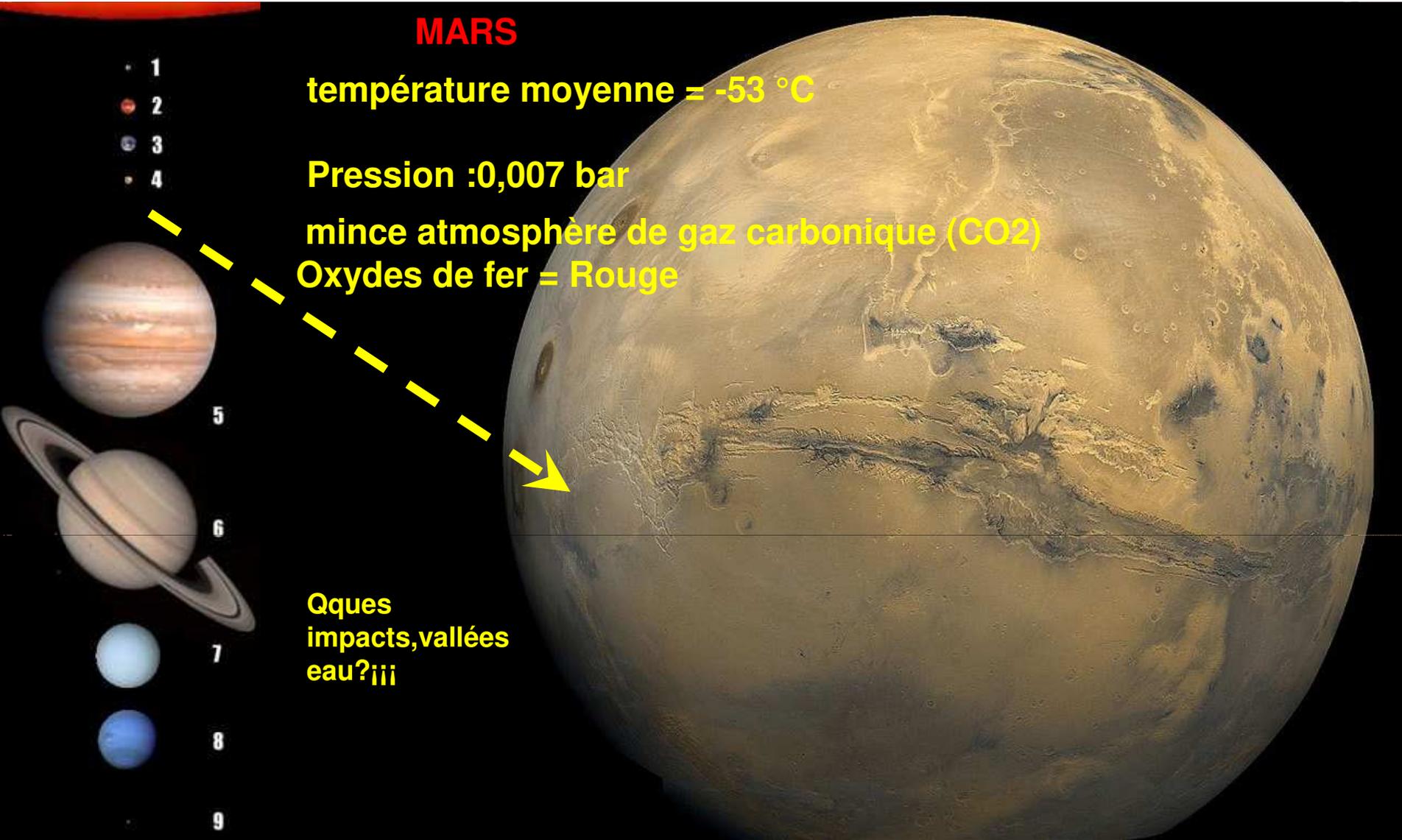
température moyenne = -53 °C

Pression : $0,007\text{ bar}$

mince atmosphère de gaz carbonique (CO_2)

Oxydes de fer = Rouge

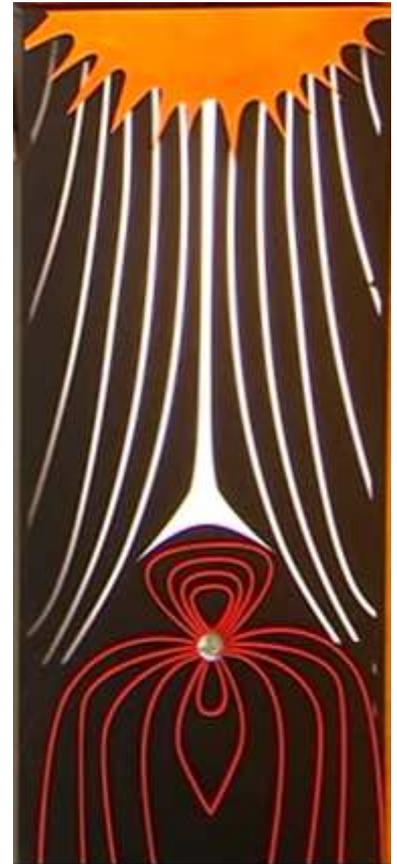
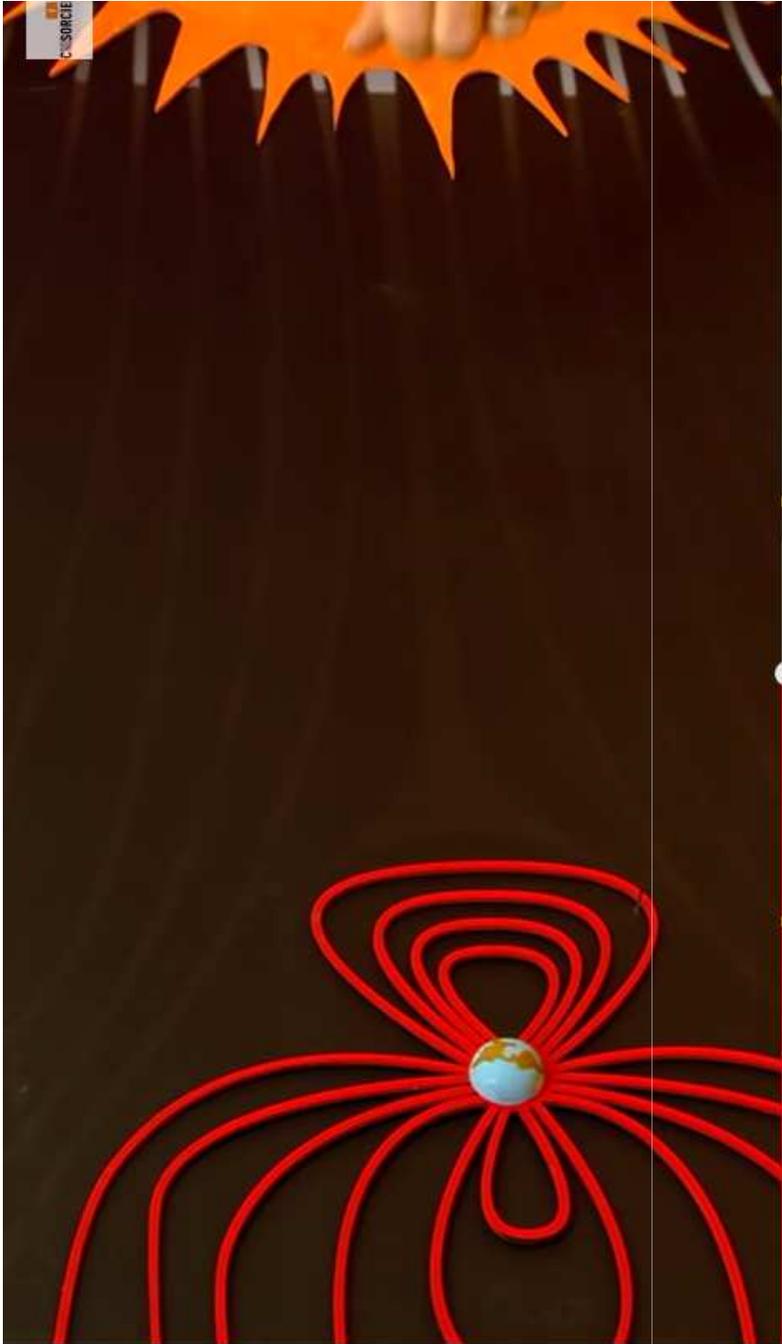
Qques impacts, vallées eau?iii



	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	$1,85\text{ °}$	25 °	0,09	3,95

MARS

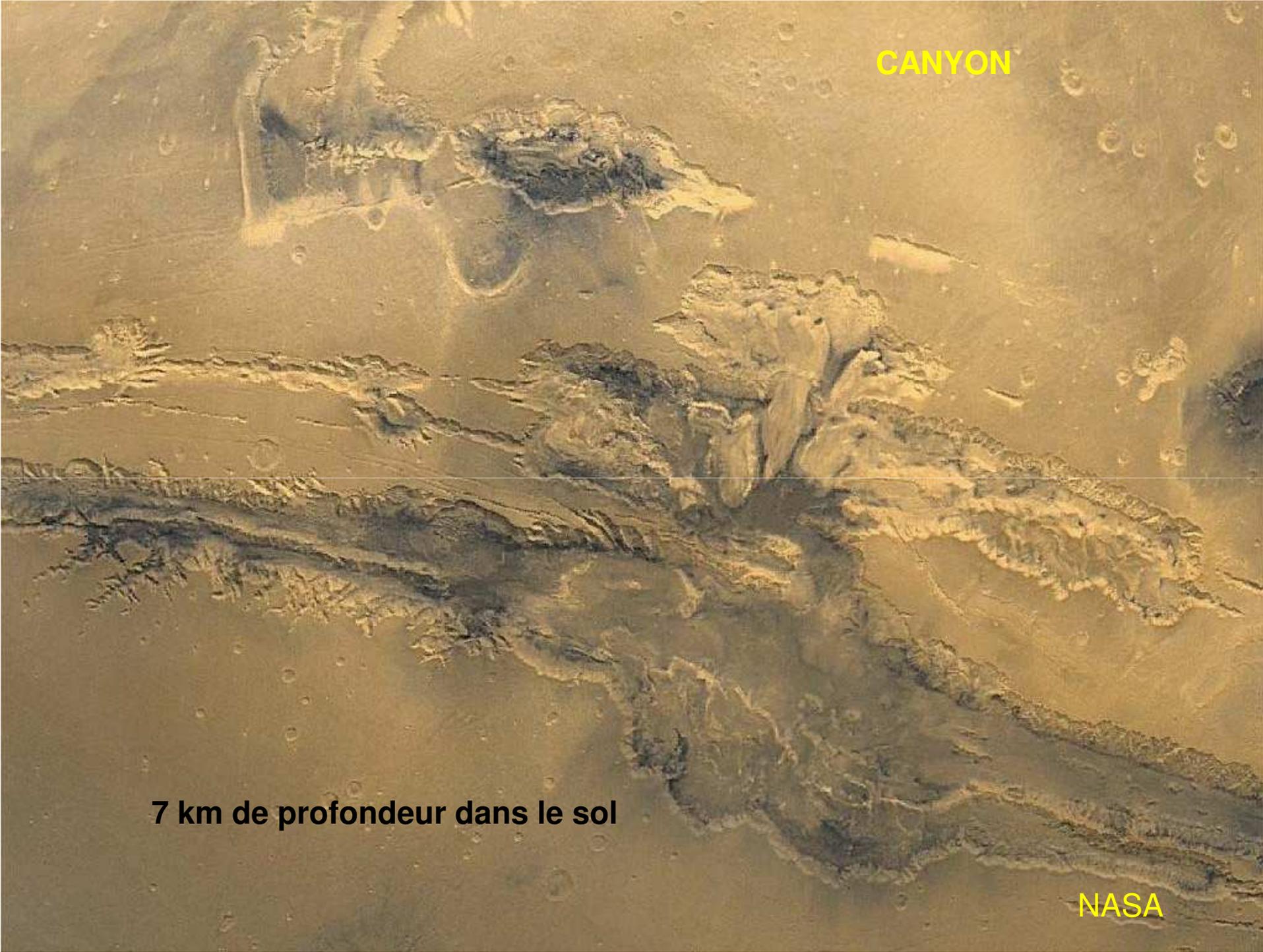
- L'Atmosphère martienne serait née dans des conditions similaires,
- Grâce à l'effet de serre engendré par ces gaz, la température aurait été suffisante, et la pression atmosphérique suffisamment forte pour que l'eau puisse **exister sous forme liquide pendant une très longue période. (300 millions d'années)**
- **Les traces de lits de rivières à la surface** de Mars sur des terrains géologiques anciens et des roches argiles très anciennes, prouvent que l'eau a coulé à la surface de Mars pendant les premiers 500 millions d'années
- Mais lorsque le champ magnétique Martien aurait cessé de fonctionner, les vents solaires auraient progressivement arraché à Mars son Atmosphère, et la pression aurait diminué jusqu'au point où il n'est plus capable de maintenir l'eau liquide. Ce qui transforme le sol martien en un véritable désert.



CALLOTTE GLACIAIRE AU PÔLE NORD DE MARS



L'eau s'est concentré sous forme de glace

An aerial photograph of a Martian canyon system, likely the Valles Marineris. The image shows a complex network of dark, winding channels and a prominent, rugged mountain range in the center. The surrounding terrain is a lighter, reddish-brown color with numerous small impact craters. The word "CANYON" is written in yellow in the upper right, and "NASA" is in the lower right. A French caption is at the bottom left.

CANYON

7 km de profondeur dans le sol

NASA

SOL MARTIEN

Veritable désert

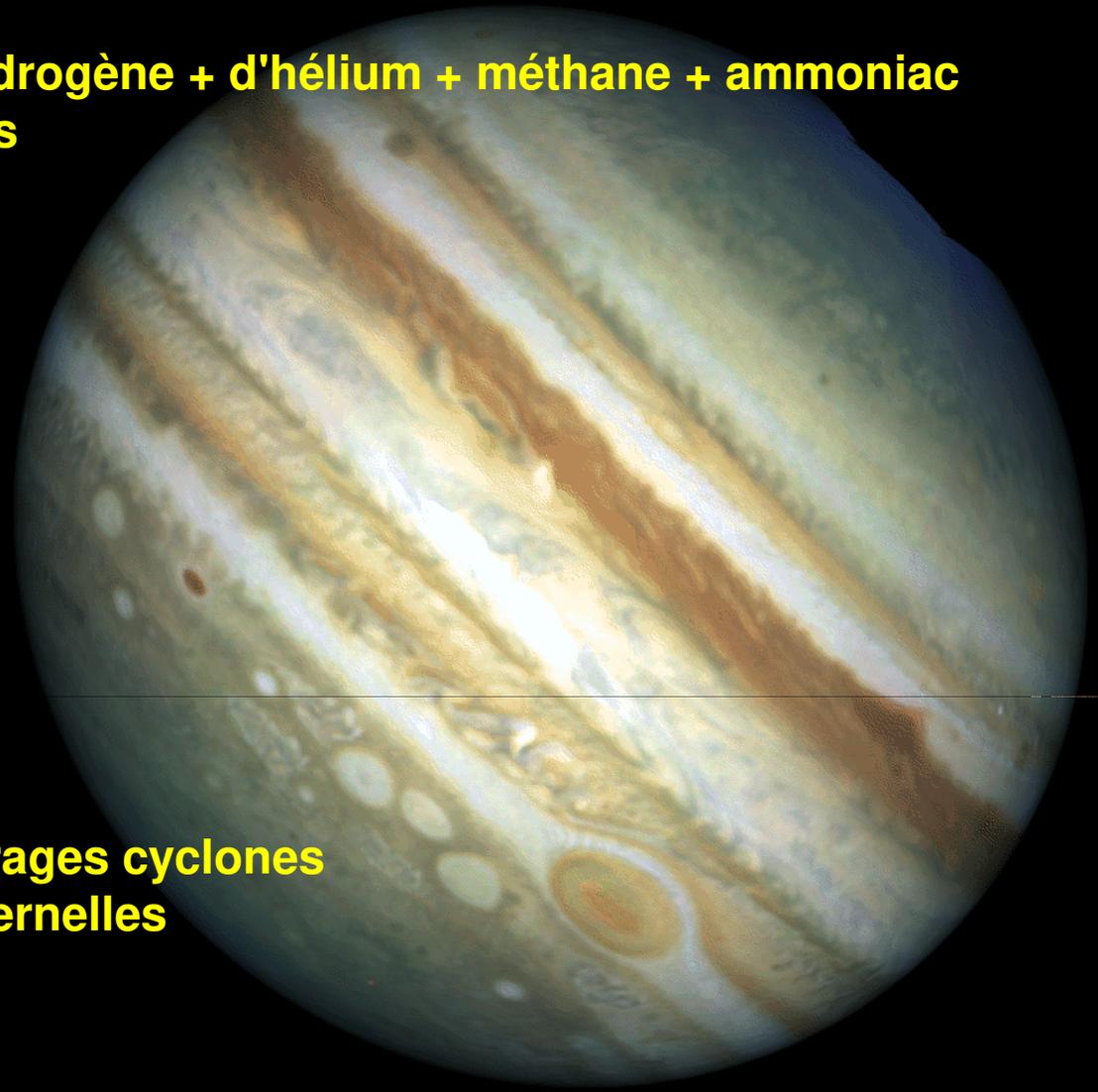


NASA

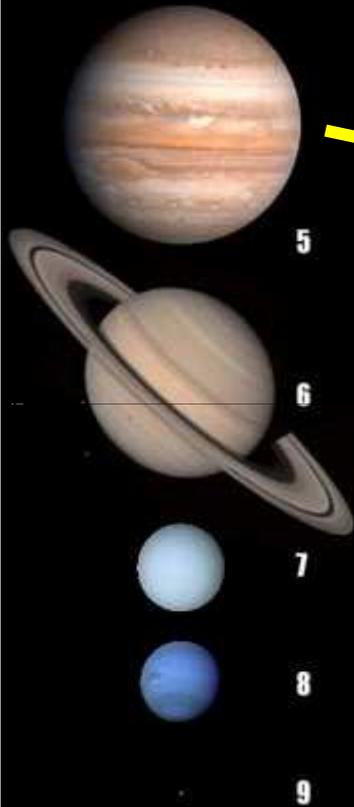
JUPITER

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

températures : ?



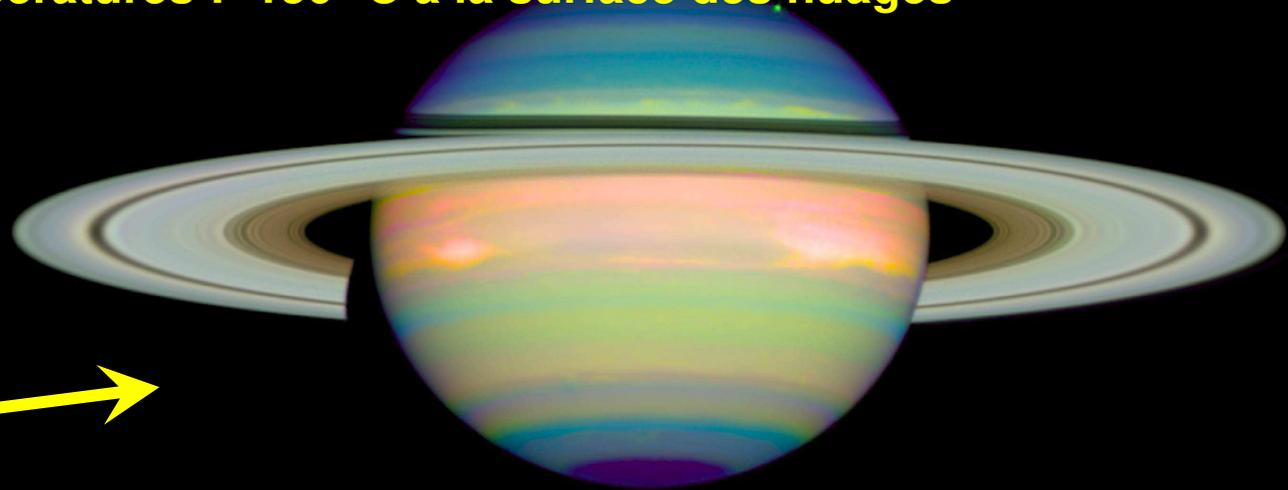
Orages cyclones
éternelles



	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

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



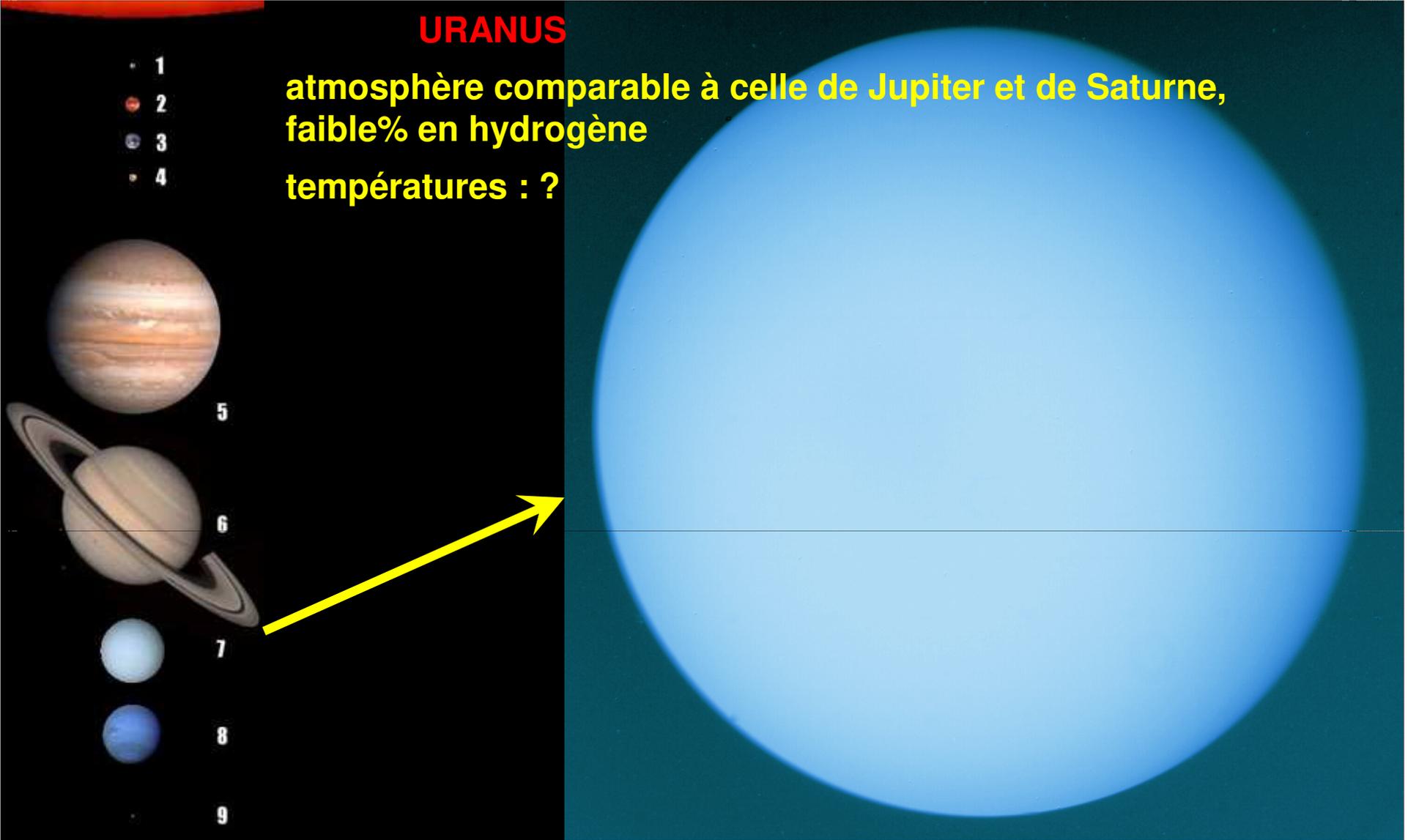
Saturn • January 4, 1998
 Hubble Space Telescope • NICMOS

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

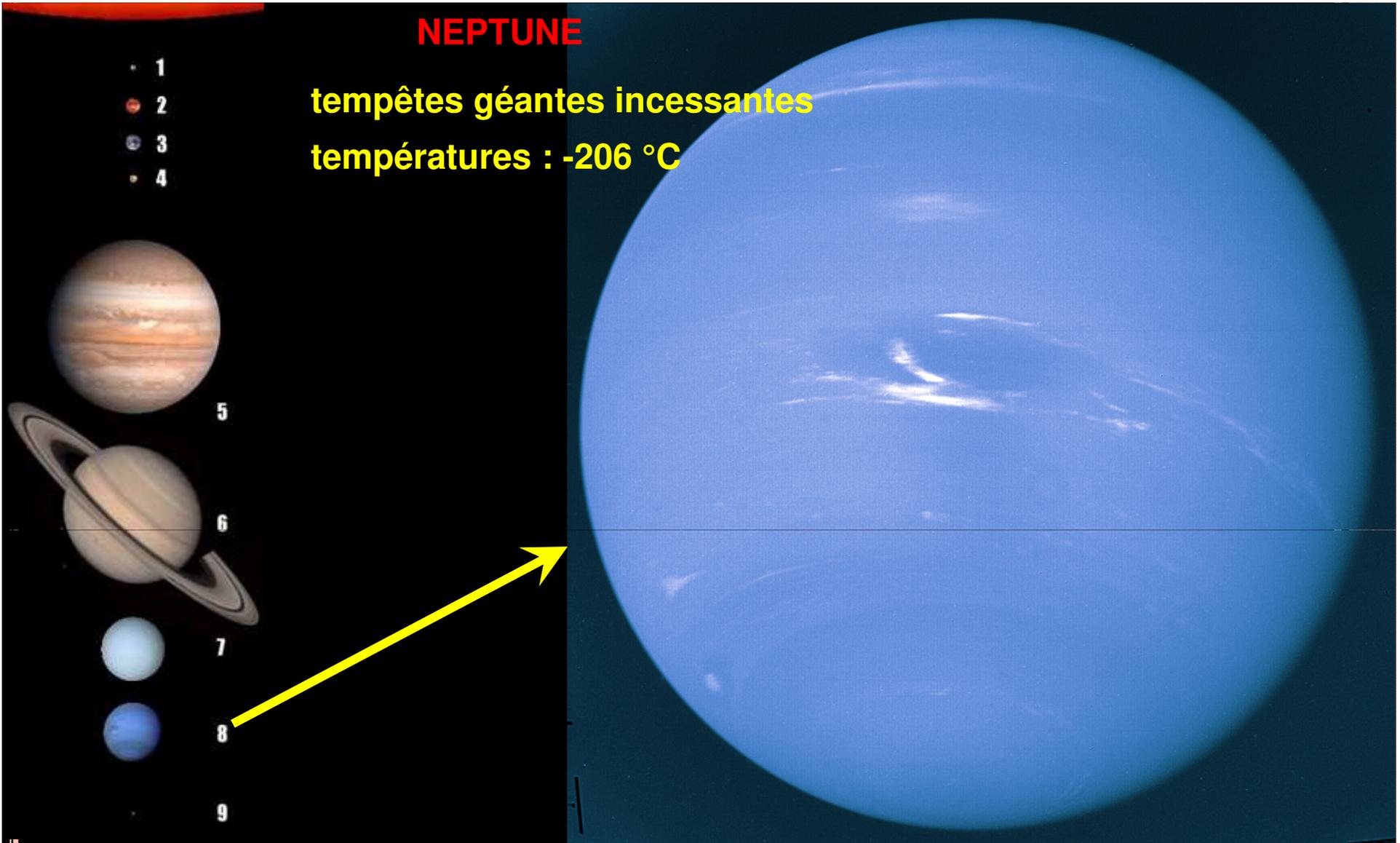
atmosphère comparable à celle de Jupiter et de Saturne,
faible% en hydrogène
températures : ?



	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

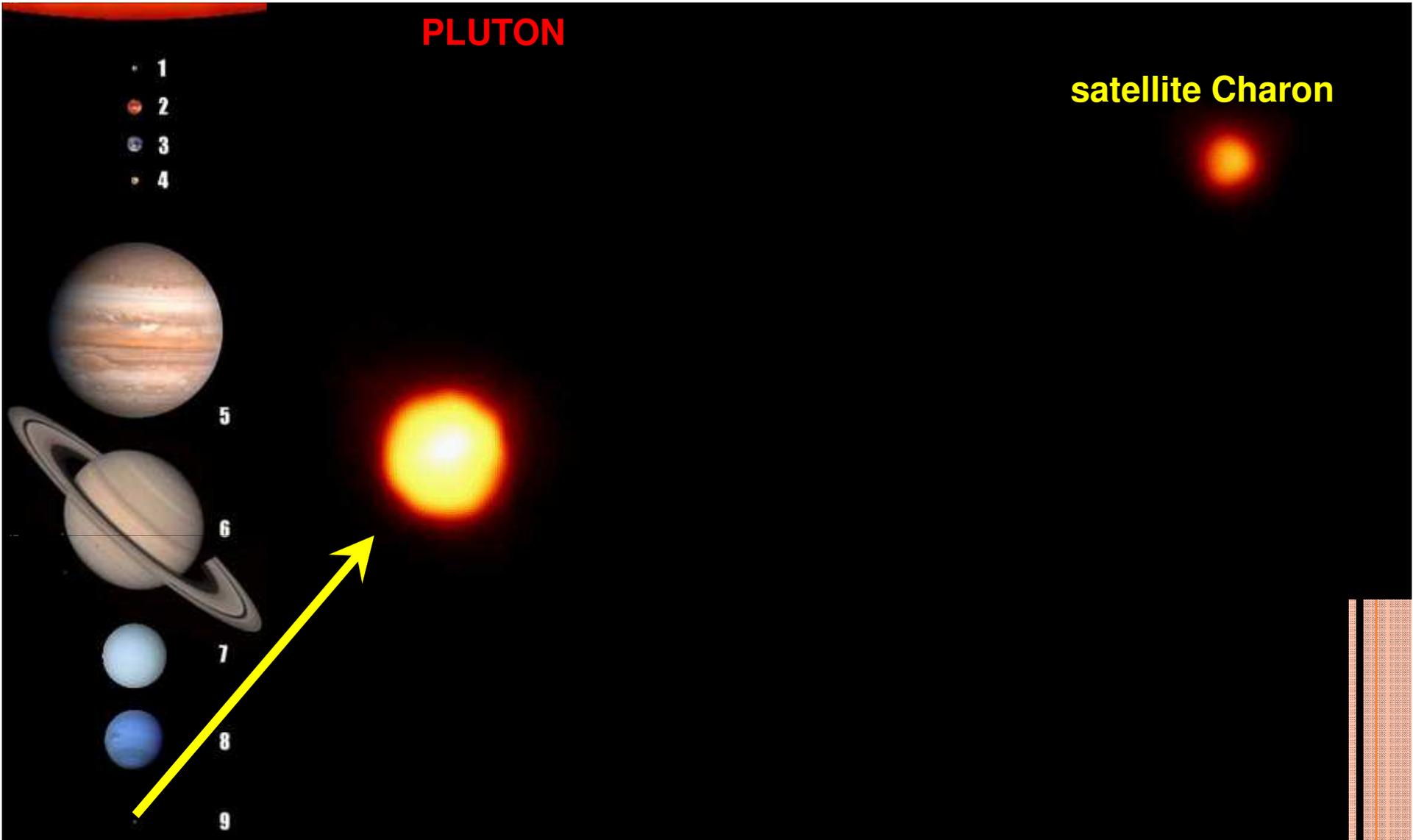
tempêtes géantes incessantes
températures : -206 °C



	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

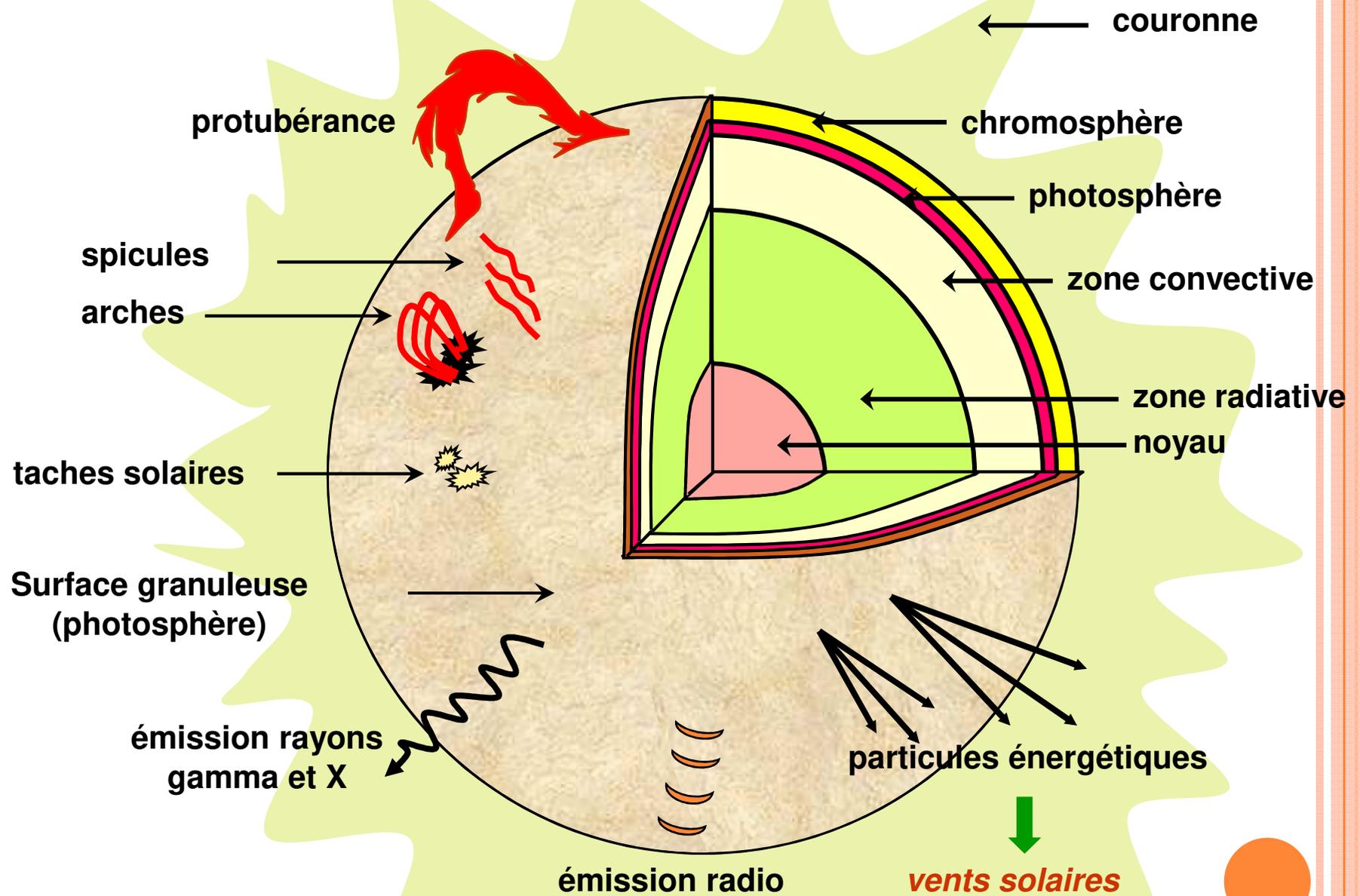
PLUTON

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

II. – LE SOLEIL



ILLUSTRATIONS

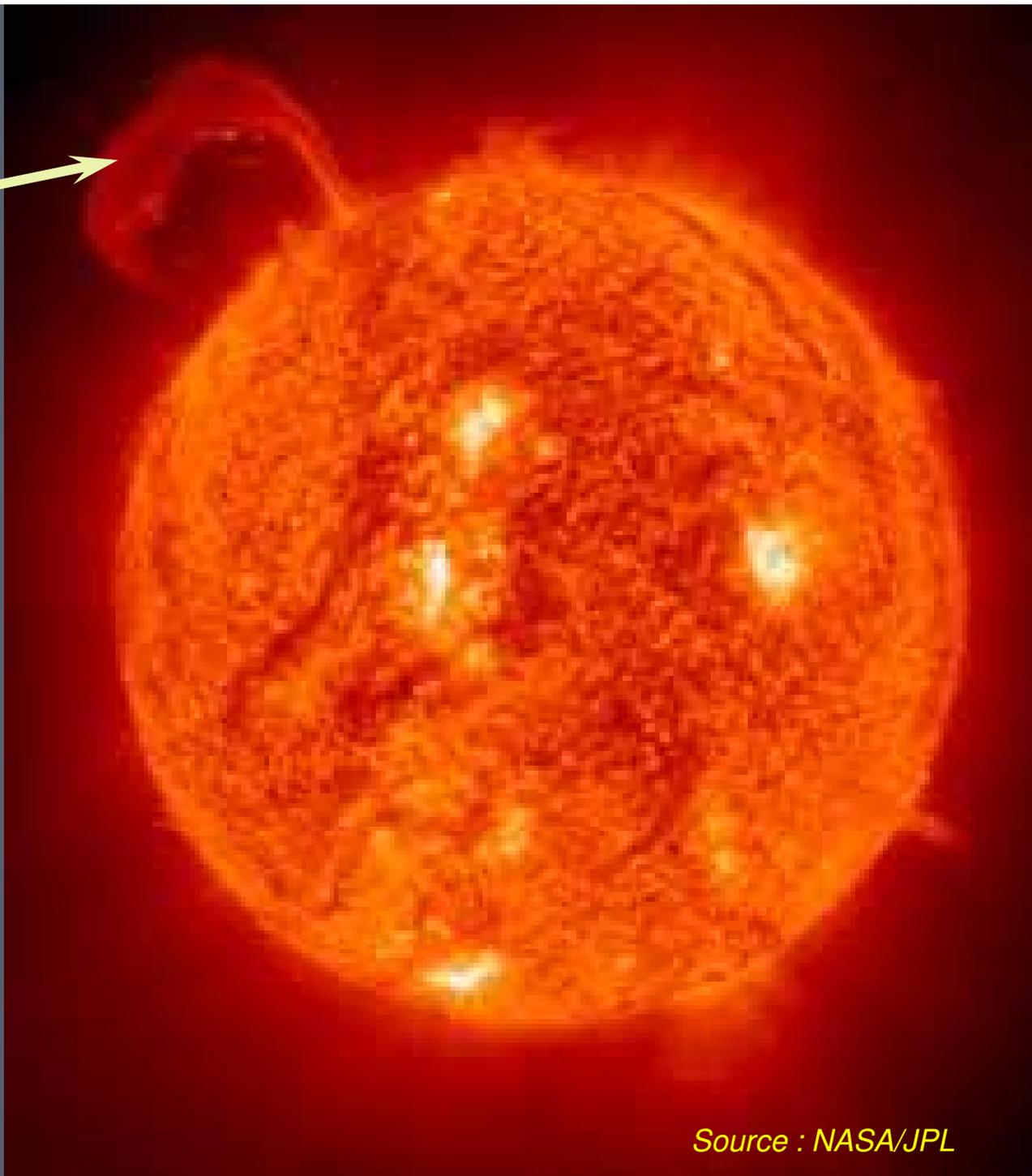
COURONNE



©1999 F. Espenak - All rights reserved.

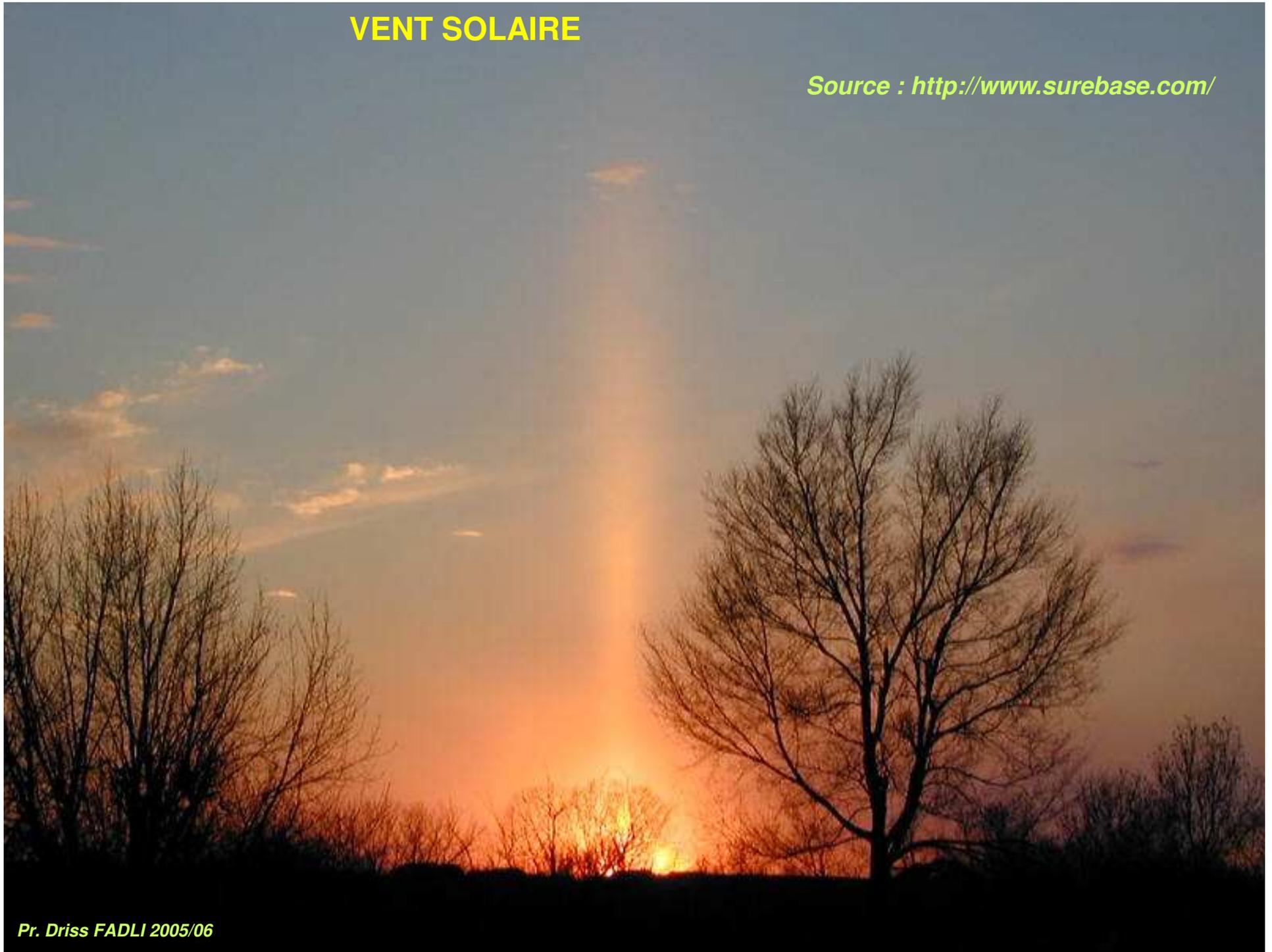


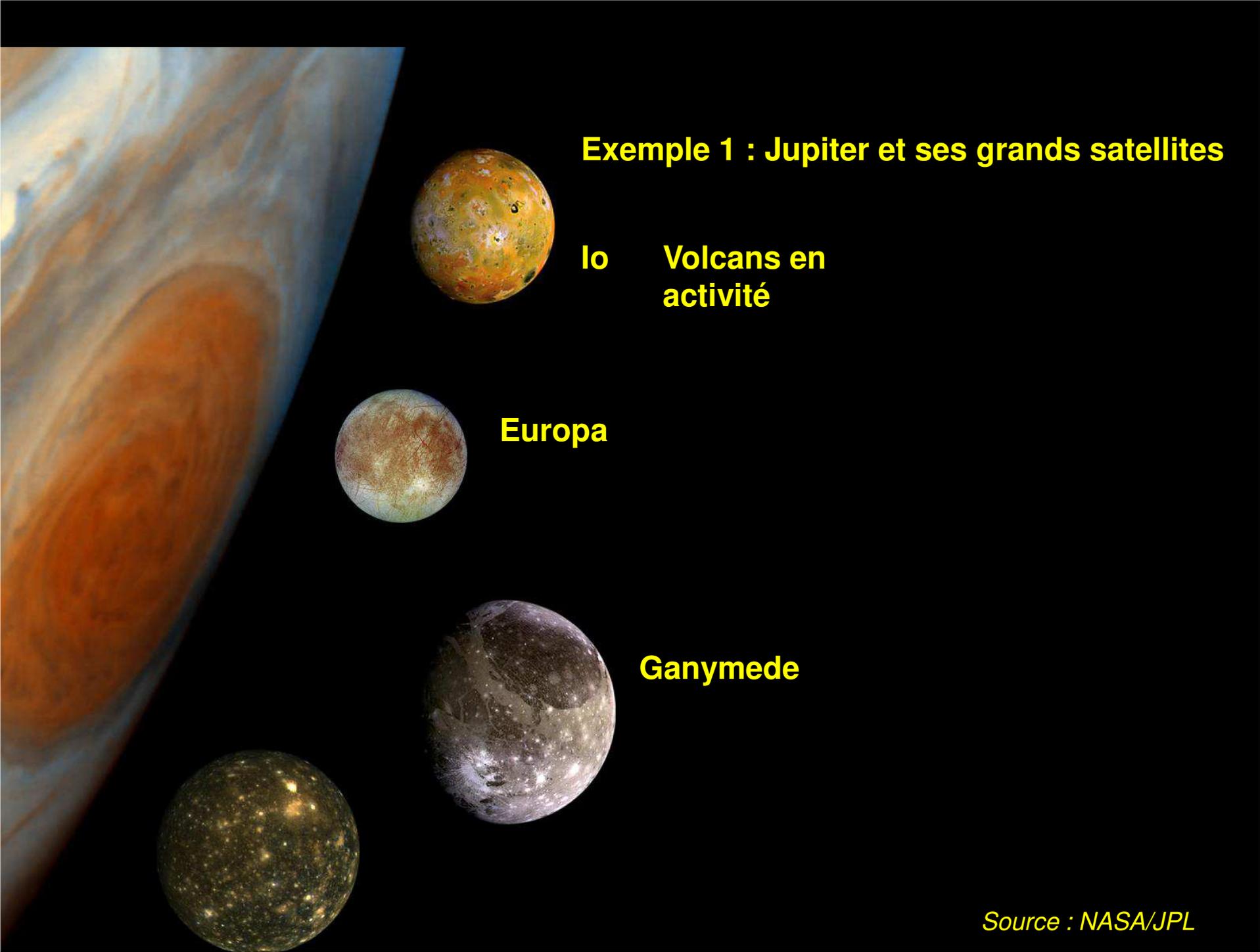
PROTUBERANCE SOLAIRE



VENT SOLAIRE

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





Exemple 1 : Jupiter et ses grands satellites

Io **Volcans en
activité**

Europa

Ganymede

Source : NASA/JPL

RECONSTITUTION

Exemple 2 : Saturne et ses principaux satellites

Epimetheus



Titan



Rhéa



Saturne



Dion e



Mimas



Encelade



Téthys



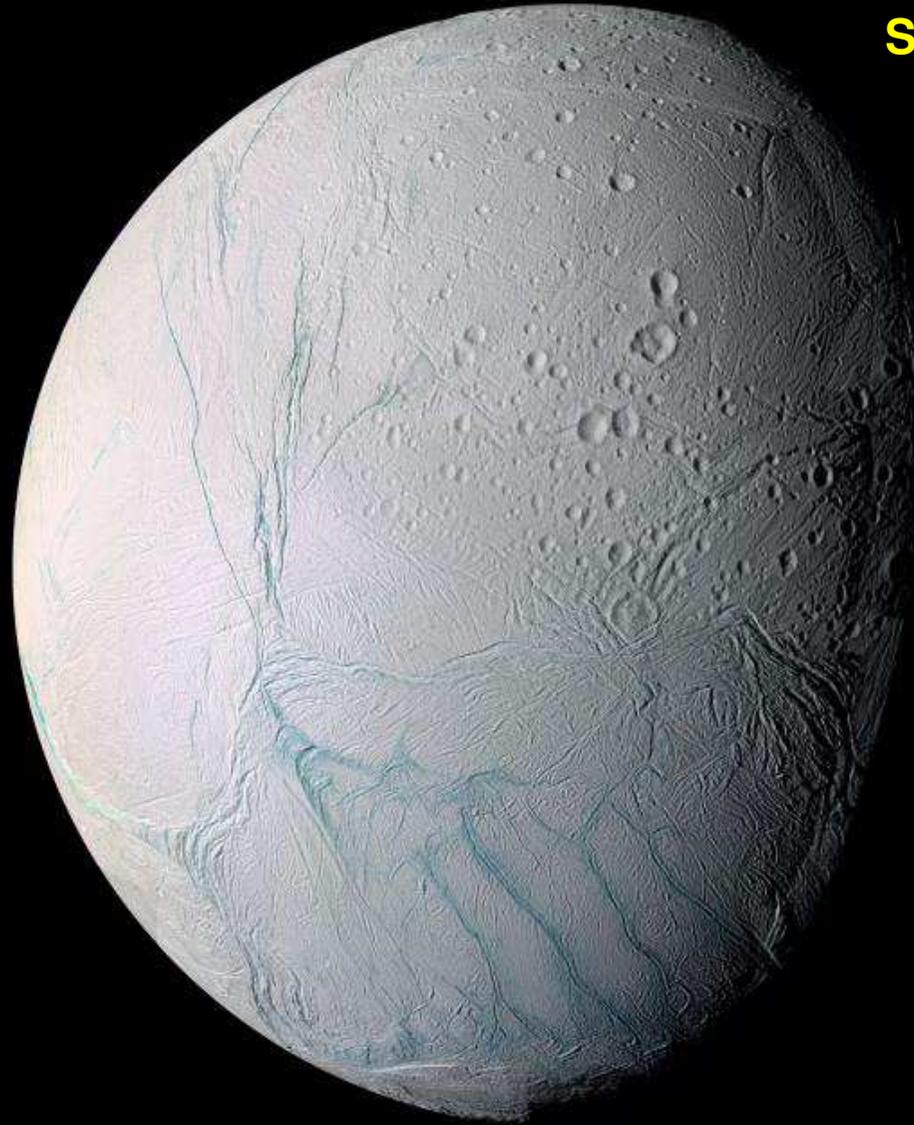
Japet

Source : NASA/JPL

NASA

enceladus

**Satellite formé de
glace**

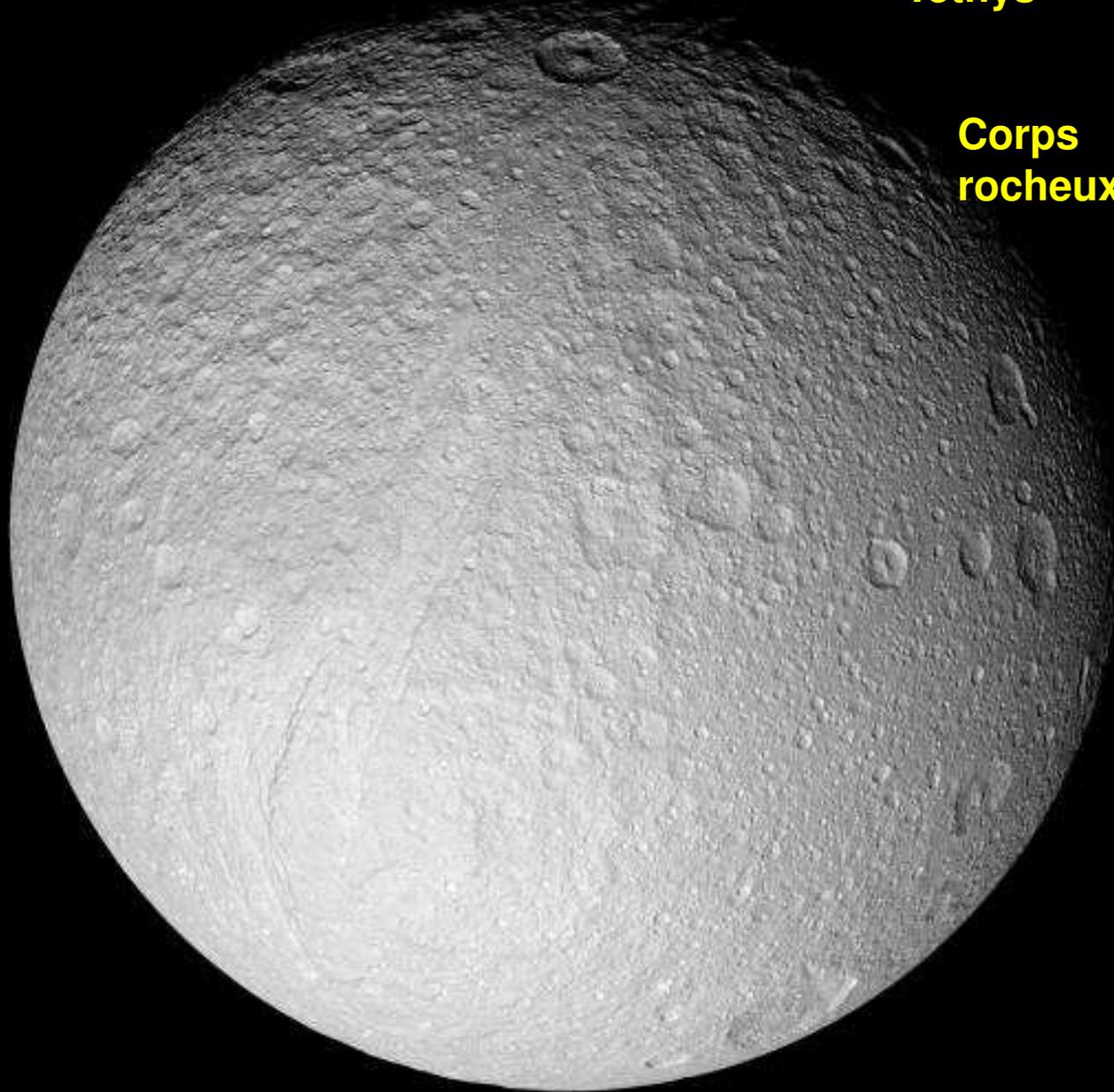


NASA/JPL/Space Science Institute

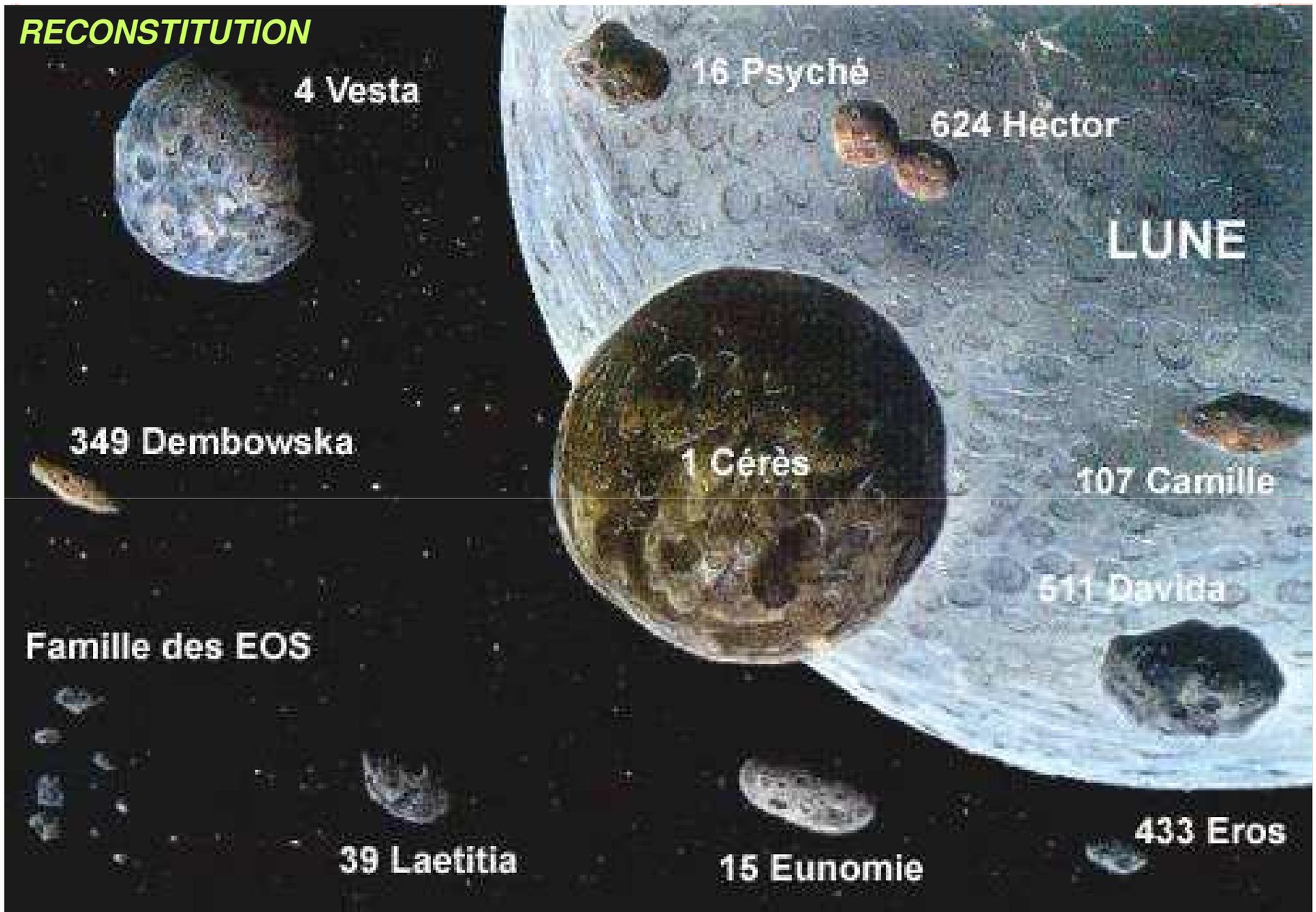


Tethys

**Corps
rocheux**



RECONSTITUTION



Taille comparée des plus gros astéroïdes et de la Lune

NASA

IV - LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTEME SOLAIRE

5 - LE MILIEU INTERPLANETAIRE

- poussières

= particules solides microscopiques issues des comètes et les astéroïdes

- vent solaire

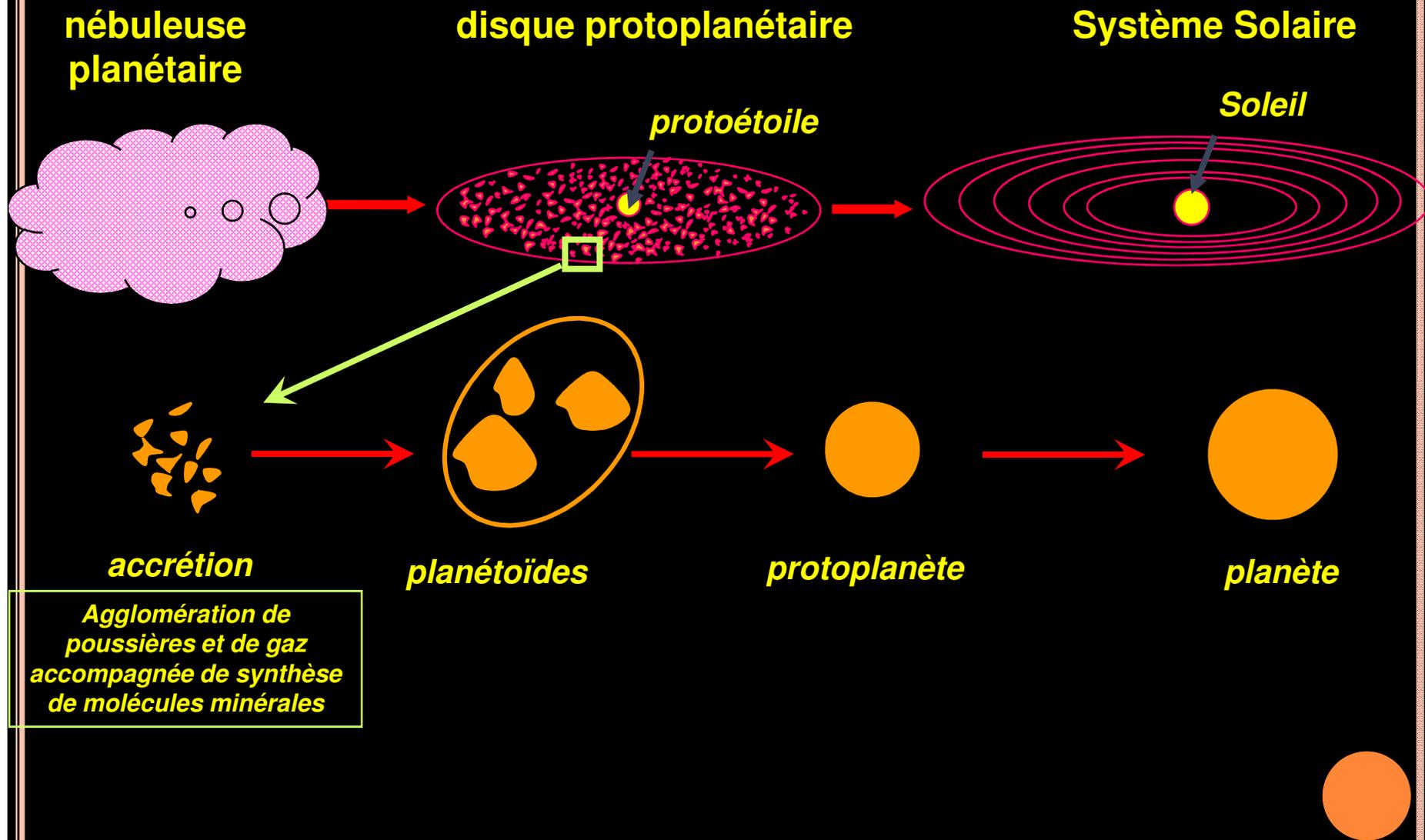
= plasma entièrement ionisé et magnétisé, constitué de noyaux (d'hydrogène et d'hélium) mélangés à des électrons à très haute température

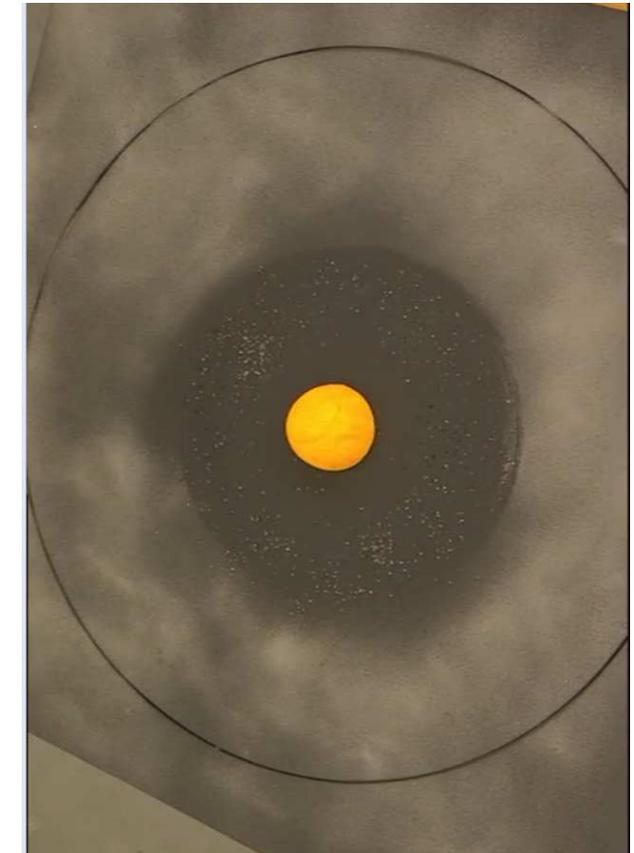
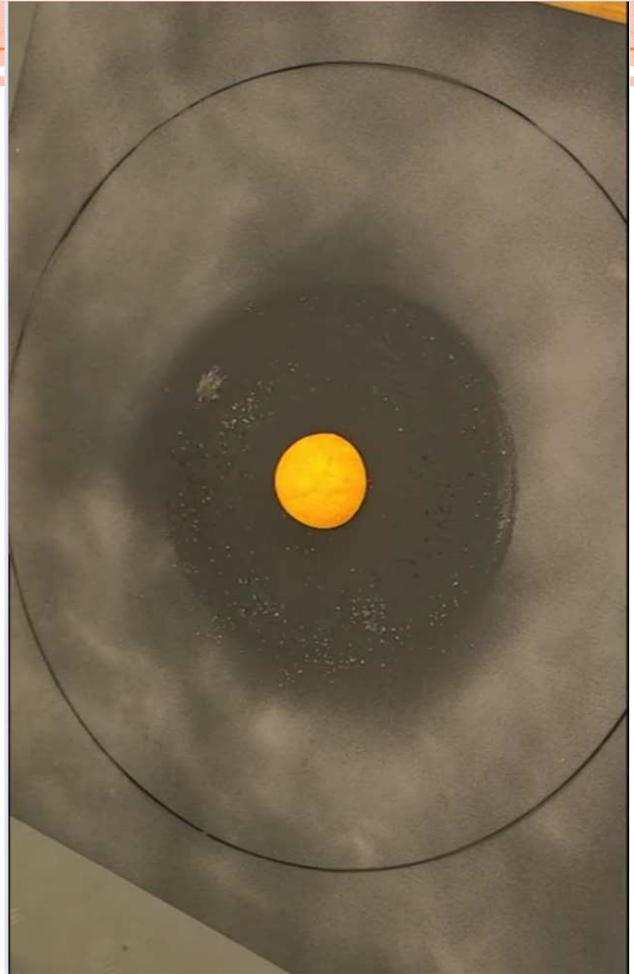
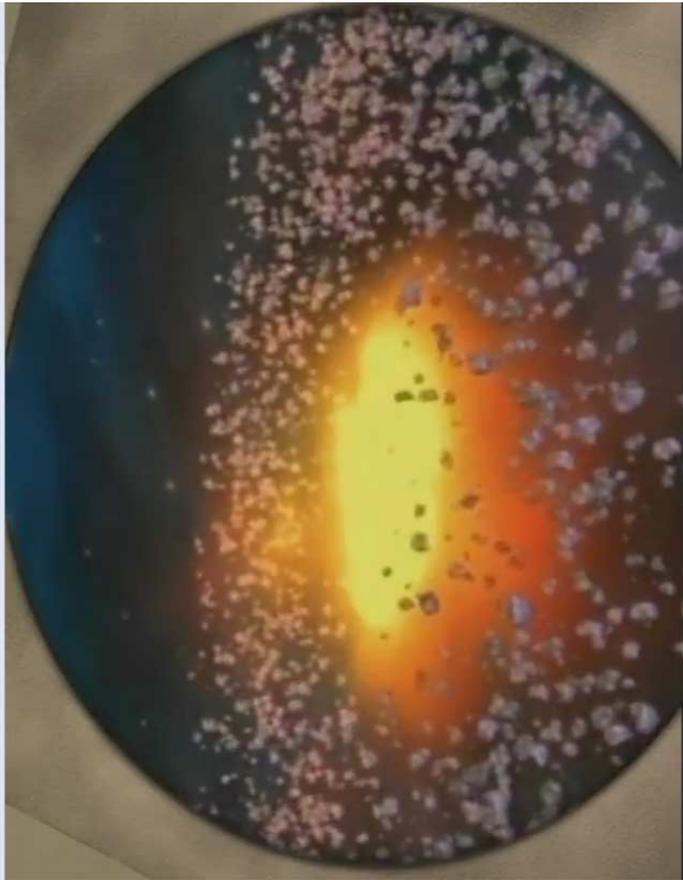
- rayons cosmiques

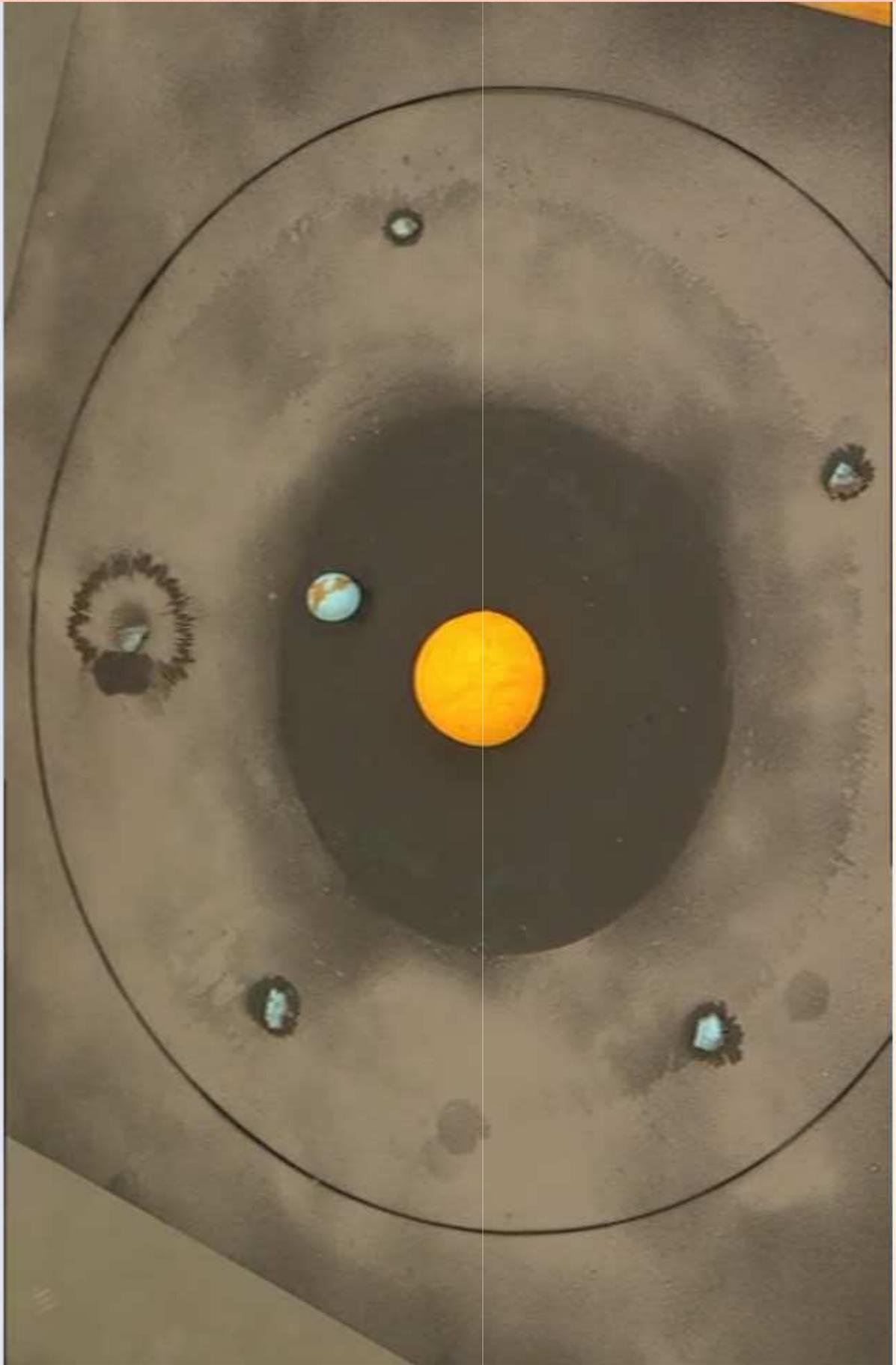
= vent solaire mélangé à des noyaux et atomes plus lourds

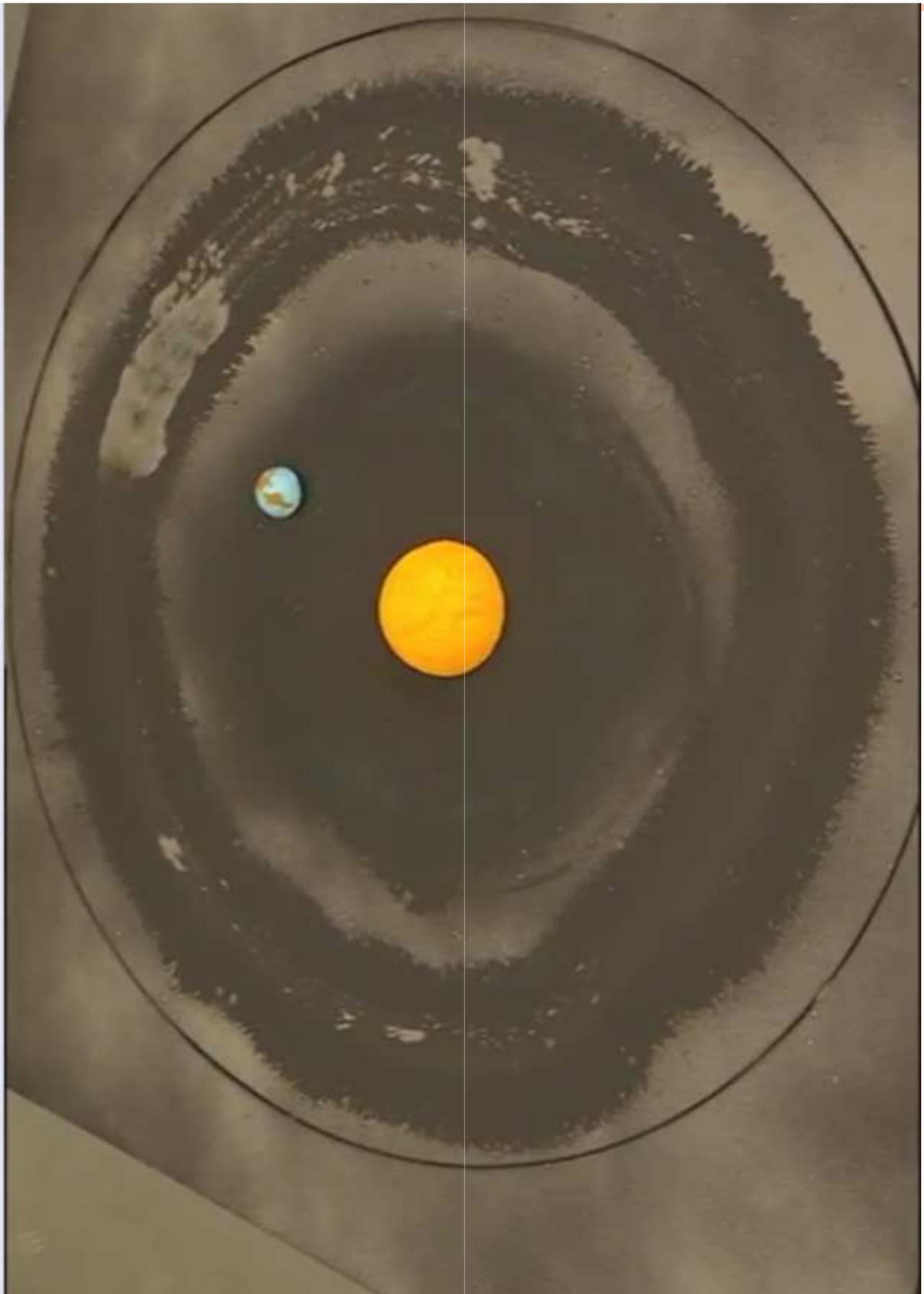


VI - FORMATION DU SYSTEME SOLAIRE









nébuleuse diffuse

nébuleuse diffuse

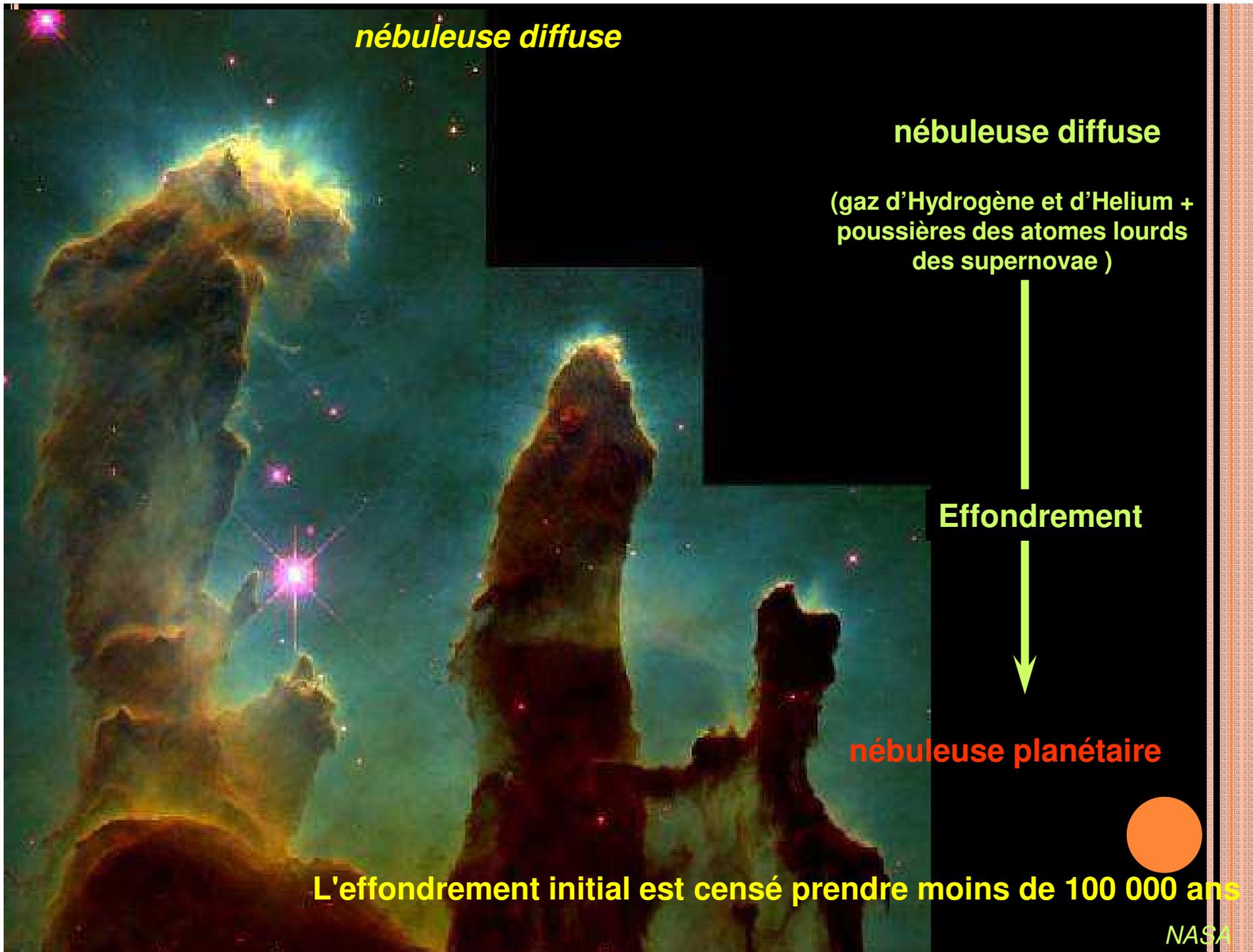
(gaz d'Hydrogène et d'Helium +
poussières des atomes lourds
des supernovae)

Effondrement

nébuleuse planétaire

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

NASA



nébuleuse diffuse



nébuleuse diffuse



NASA

nébuleuse planétaire 1. - nébuleuse du Sablier



Hourglass Nebula · MyCn18

HST · WFPC2

PRC96-07 · ST ScI OPO · January 16, 1996

R. Sahai and J. Trauger (JPL), the WFPC2 Science Team and NASA

nébuleuse planétaire 2. - nébuleuse œil de chat



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



nébuleuse planétaire 3 - Nébuleuse IC 418

Planetary Nebula IC 418

se situe dans la constellation du Lièvre à 2 000 al

photo. émise le (7 septembre 2000), en fausses couleurs (filtre vert (Sahai))



Hubble
Heritage

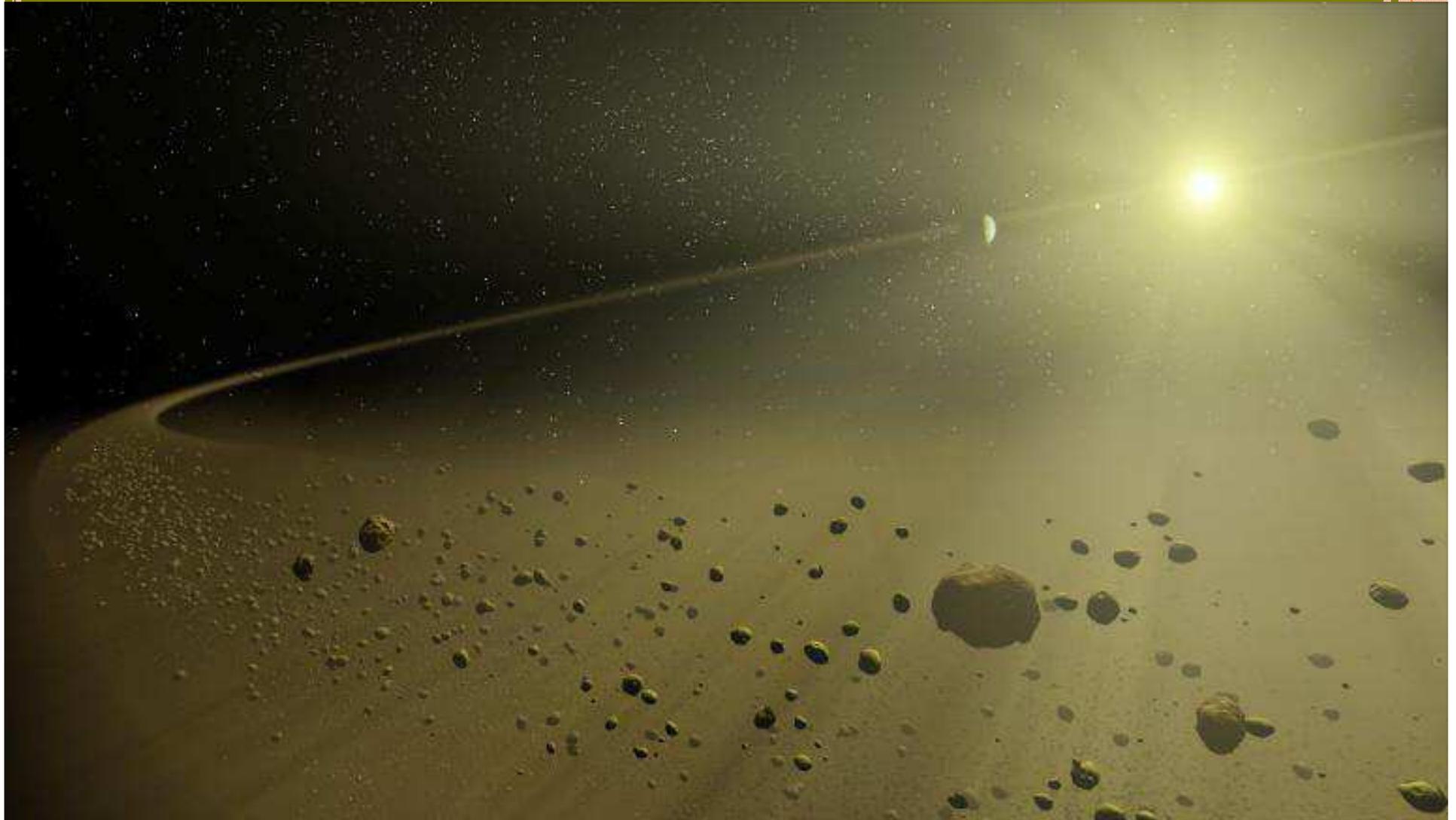


nébuleuse planétaire 4 - nébuleuse NGC3132



Hubble
Heritage

RECONSTITUTION : PROTO ETOILE



RECONSTITUTION : ALLURE DE NOTRE PLANETE TERRE AU DEBUT DE SA FORMATION

La formation du système solaire peut durer 100 millions d'année





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