

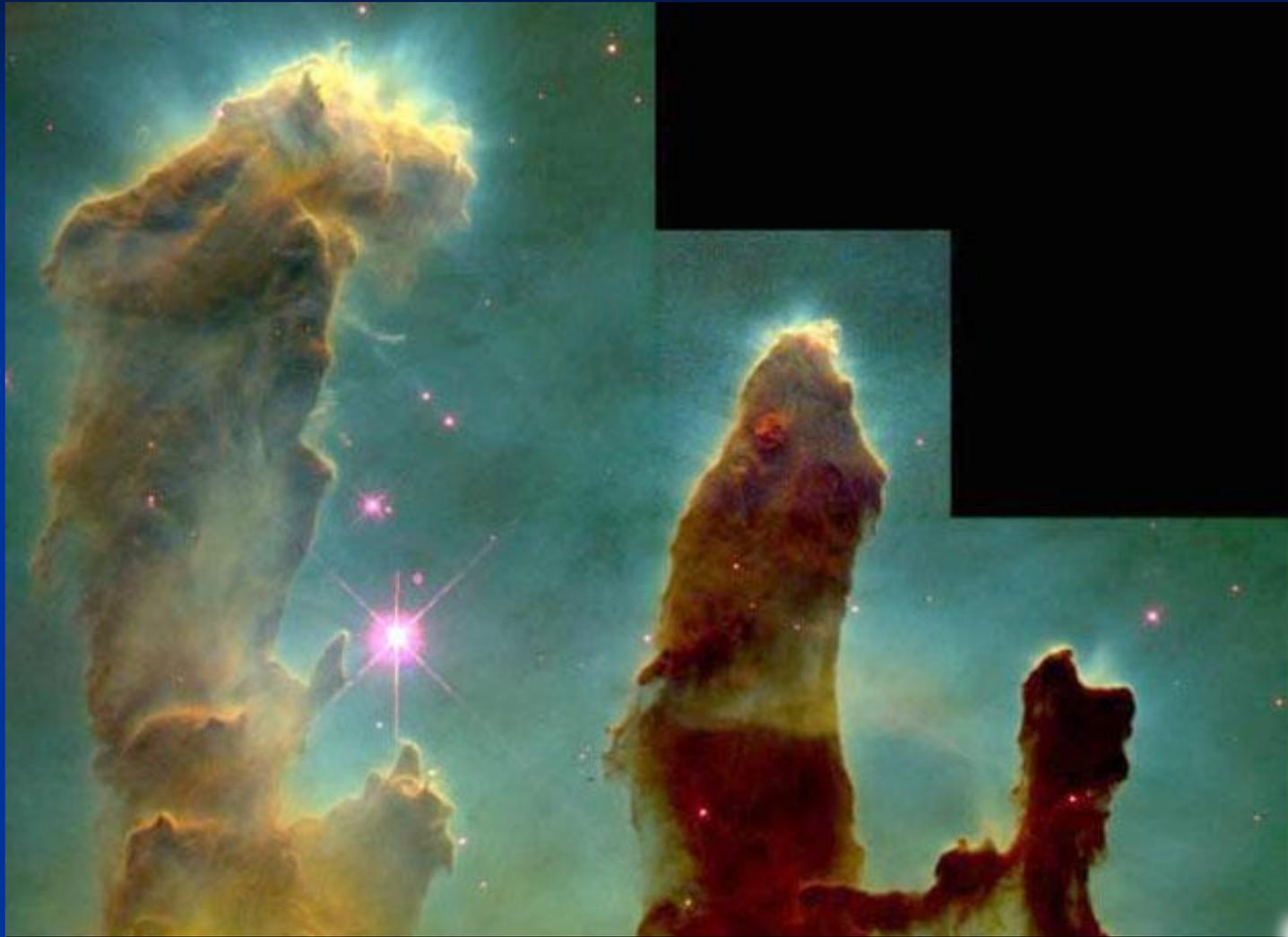
Le Système solaire

Magda Stavinschi, Beatriz García, Andrea Sosa

*Union Astronomique Internationale
Institut Astronomique de l'Académie Roumaine, Roumanie
ITeDA et Université Technologique Nationale, Argentine
Université de la République, Uruguay*

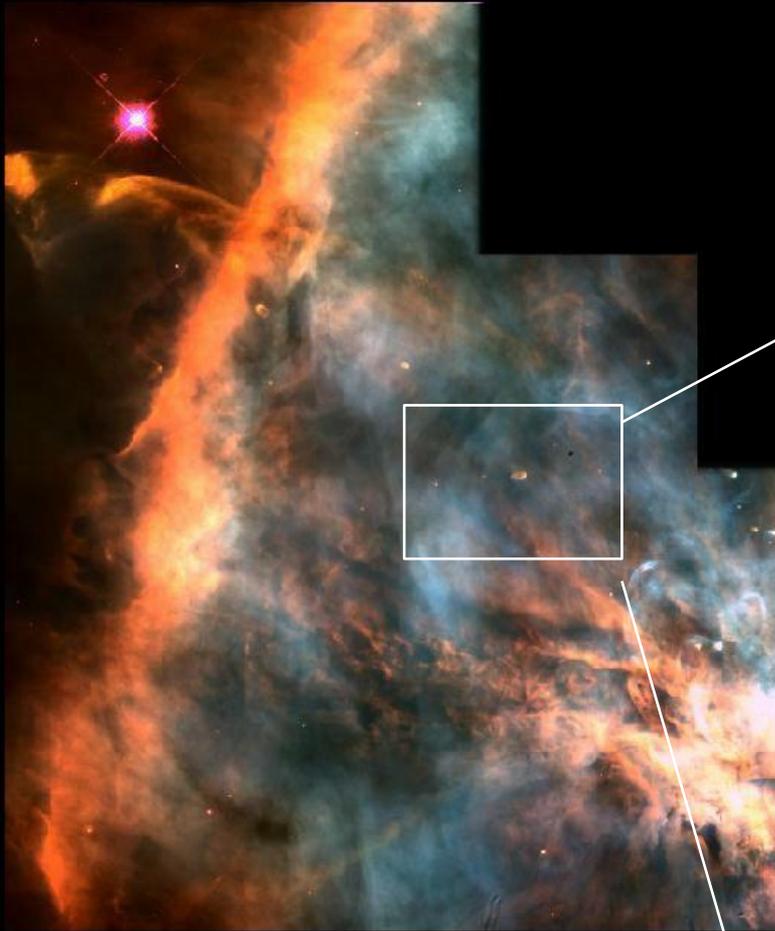


Ici les étoiles sont nées



Messier 16, los Pilares de la creación.
Crédito: Telescopio Espacial Hubble

... et ici: la nébuleuse d'Orion



Hubble Space Telescope



Formation d'étoiles:
de nuages de gaz et de poussière



Les planètes de l'Antiquité: visibles à l'œil nu

Mercure

Vénu

Mars

Jupiter

Saturne

↑ Visible au
coucher ou au
↓ lever du soleil

"L'alignement"
planétaire en mai 2002



Le système solaire aujourd'hui

Il est constitué du Soleil et de tous les corps qui tournent autour de lui, sous l'action de la gravité:

- 8 planètes
- Des centaines de satellites naturels des planètes
- Des dizaines de planètes naines (dont Ceres, Pluton, Haumea, Makemake et Eris)
- Multitude de corps mineurs: astéroïdes, comètes et objets transneptuniens (résidus de processus de formation planétaires).



Où est le système solaire?

C'est dans le **Bras d'Orion**, l'un des bras de la **Voie Lactée**.

Galaxie spirale, semblable à la Voie Lactée



- La Voie Lactée contient 200 000 millions d'étoiles et son diamètre est d'environ
- 100 000 al.

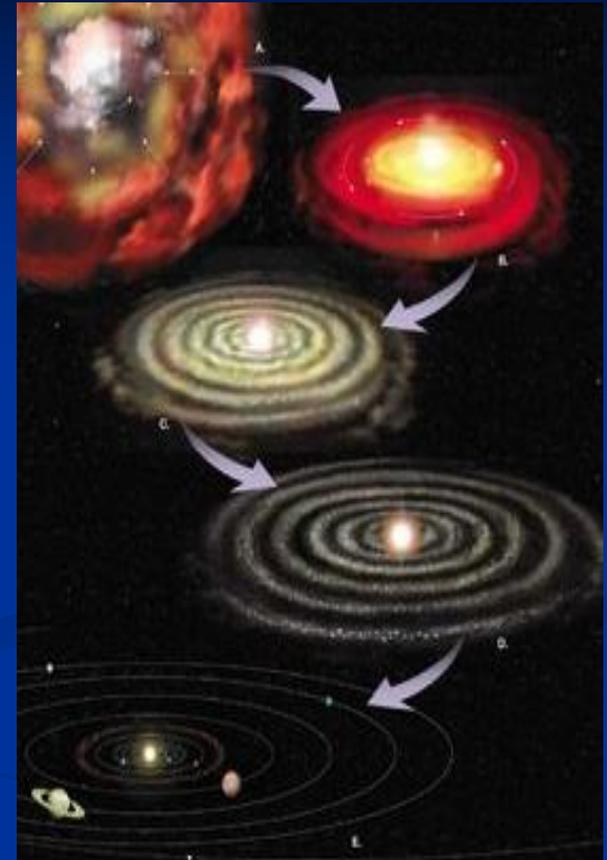
Le Système Solaire est à une distance d'environ 25 000 a.l. du centre de la galaxie (environ la moitié du rayon) et il faut environ 250 millions d'années pour un tour autour du centre. La vitesse est de 220 km/s (800 000 km/h)

Modèle de la Voie Lactée à partir d'observations infrarouges de Spitzer (2005); notre galaxie est une spirale barrée.



La formation du Système Solaire

- Selon la théorie standard, il y a environ 4,6 milliards d'années, le système solaire était formé par la **contraction gravitationnelle d'un nuage de gaz et de poussières interstellaire**. L'effondrement du nuage a débuté par une forte perturbation (probablement une explosion de supernova), qui a amené la force de gravitation à vaincre la pression des gaz.



- La conservation du moment angulaire a entraîné une rotation de plus en plus rapide de la nébuleuse, un aplatissement de celle-ci et la formation d'un **proto soleil** dans son centre ainsi que d'un **disque protoplanétaire** de gaz et de poussière.

La formation du Système Solaire

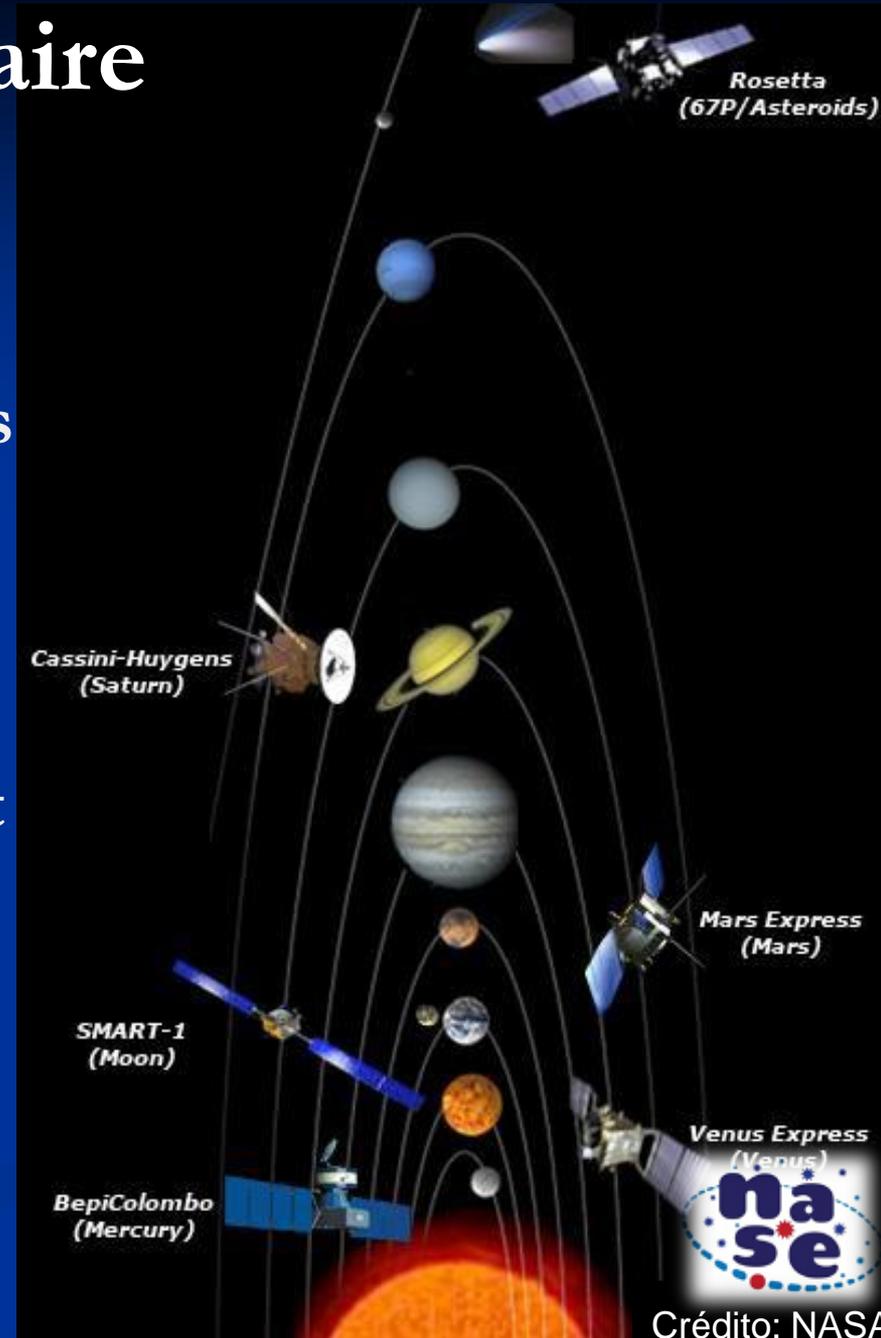
- Dans le disque protoplanétaire condensé petits noyaux solides (planétésimaux), qui ils ont été accumulés par un processus d'accrétion pour former les planètes.
- La théorie standard décrite ci-dessus est acceptée pour avoir trouvé, grâce à des images radio haute résolution, des systèmes protoplanétaires autour de nombreuses étoiles jeunes et en raison de la possibilité d'expliquer la formation de planètes au sein de ces systèmes..



Etude du système solaire

Le Soleil concentre plus de 99,8% de la masse du SS, tandis que 98% du moment cinétique total se trouvent dans les mouvements orbitaux des planètes.

Actuellement, l'étude des corps du système solaire se fait de la Terre, mais aussi à l'aide des télescopes spatiaux et de l'envoi des missions dans l'espace qui même descendent sur la surface de ces corps.



Notre étoile: le Soleil

Âgé de 4 600 millions d'années, le soleil est à peu près au milieu de son cycle de vie.

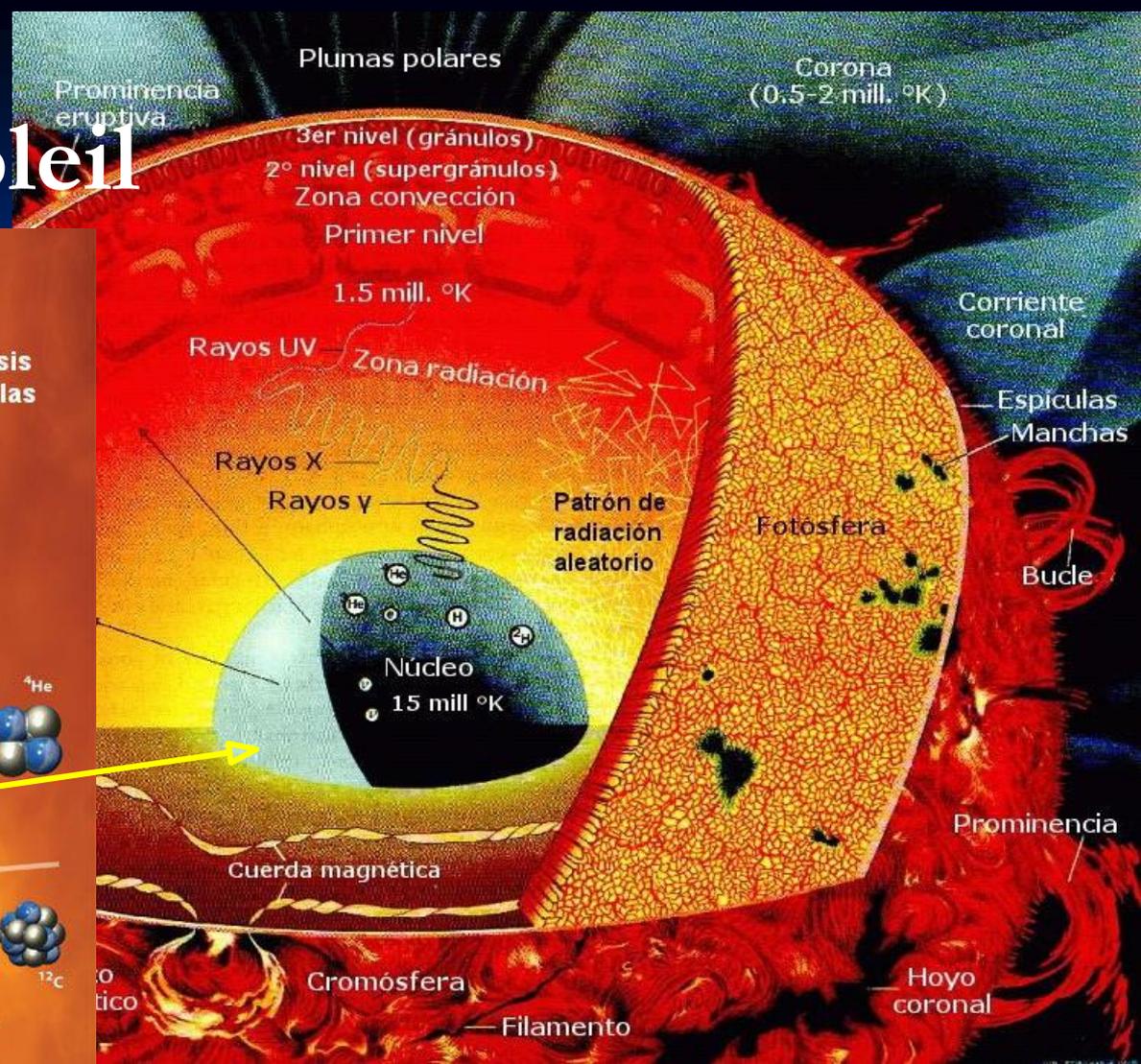
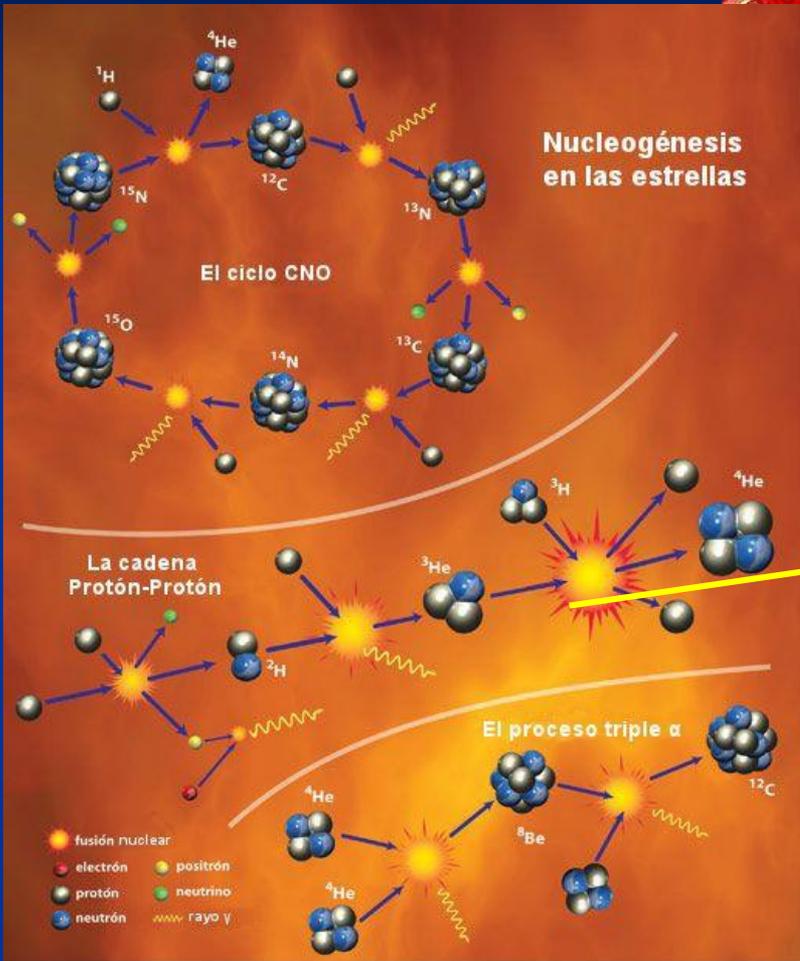
Chaque seconde, au cœur du Soleil, 4 millions de tonnes de matière sont converties en énergie, générant un grand nombre de neutrinos, de positrons et de radiations.



74% du Soleil est H, 25% est He, le reste sont des éléments plus lourds.



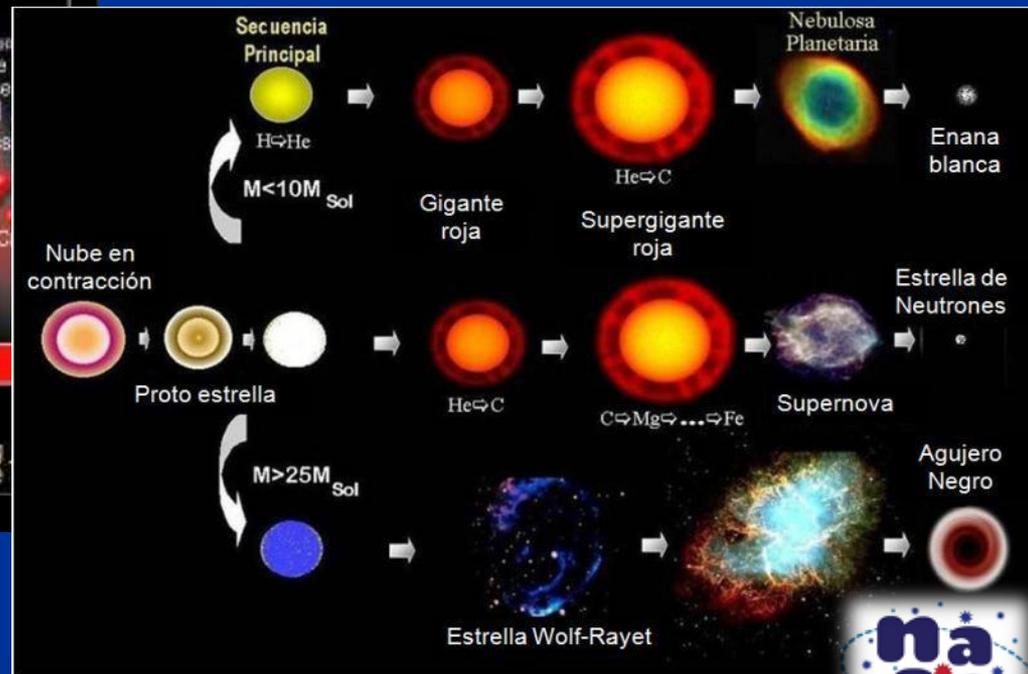
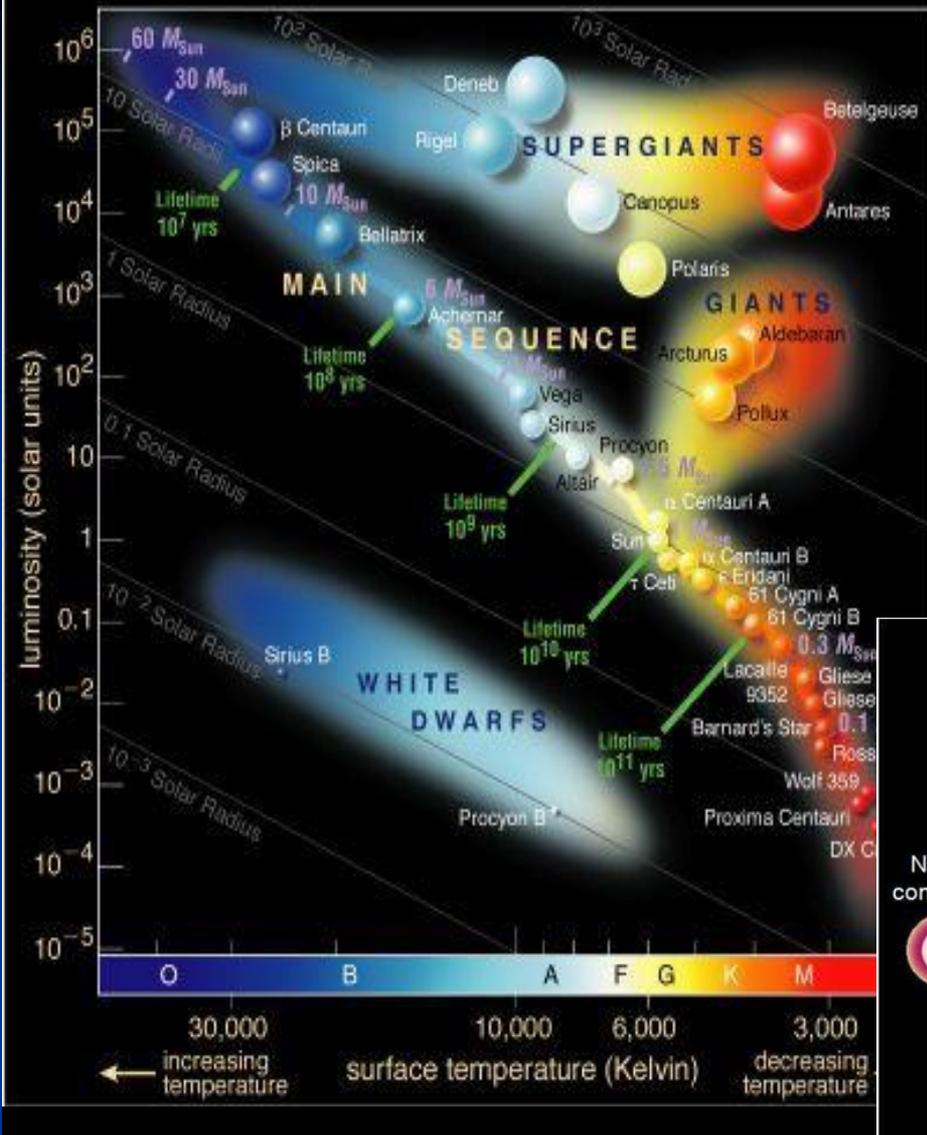
Structure du Soleil



L'énergie se produit par fusion, dans le noyau



La vie des étoiles dépend de leurs masses.



Le cycle de vie du Soleil

Dans 5 milliards d'années, le soleil va gonfler et devenir une géant rouge. Ensuite, cela va expulser les couches extérieures, créant une nébuleuse planétaire, qui aura au centre, une petite étoile appelée naine blanche, qui se refroidira lentement.



Les Planètes



Résolution du XXVI IAU-AG, Prague, 2006:

Dans le SS, une "**planète**" est un corps céleste qui:

- Il est en orbite autour du soleil.
- Il a assez de masse pour que sa propre gravité (qui est une force centrale) s'impose aux forces cohésives d'un corps rigide pour qu'il prenne une forme d'équilibre hydrostatique (quasi sphérique).
- Il a nettoyé d'autres objets du voisinage le long de son orbite.

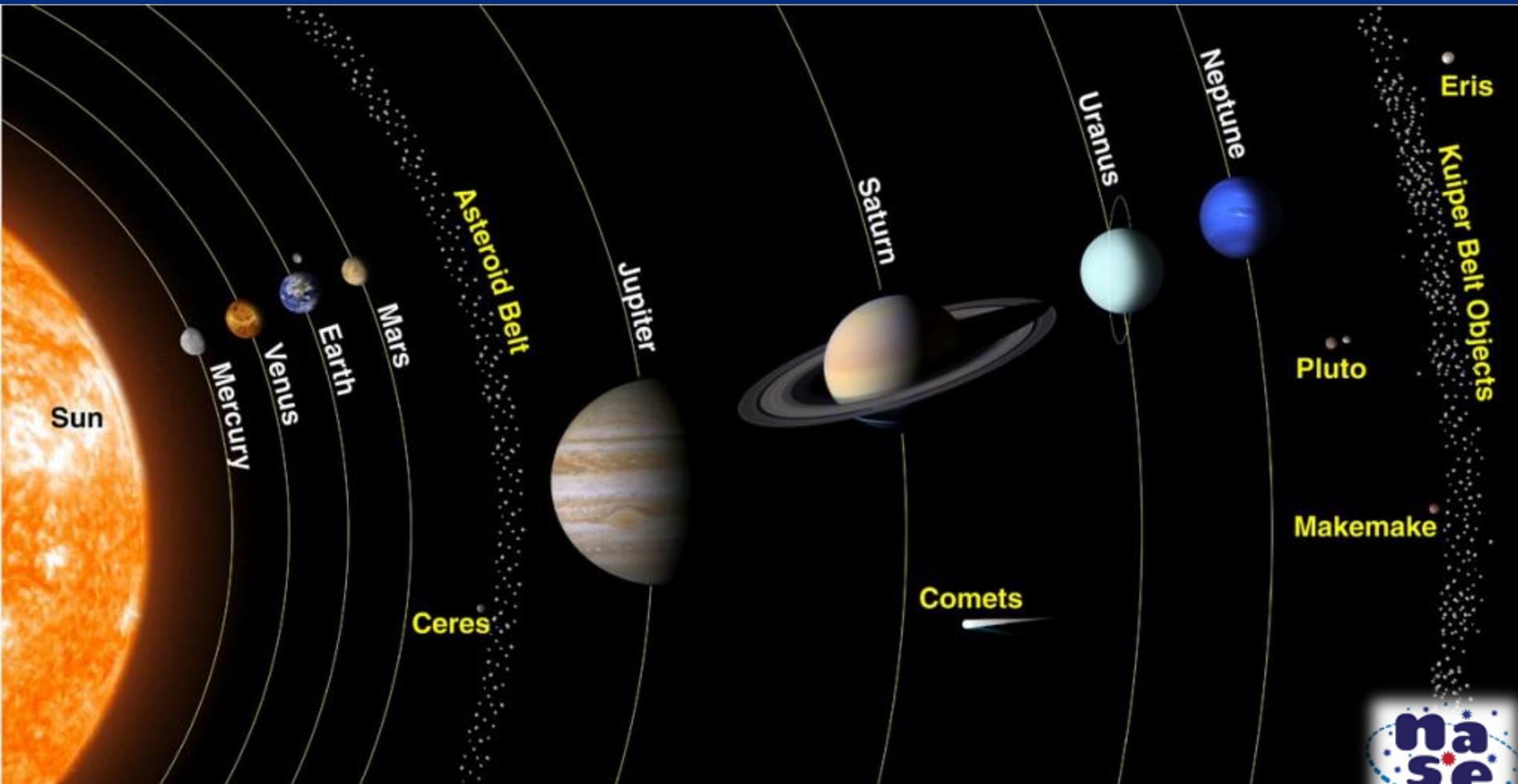
Un corps qui ne répond qu'aux premiers deux critères, et qui n'est pas un satellite, est classé comme "**planète naine**".

Un corps qui ne remplit que le premier critère et qui n'est pas un satellite est appelé "**petit corps (ou corps mineur)**".



Le Système Solaire actuel

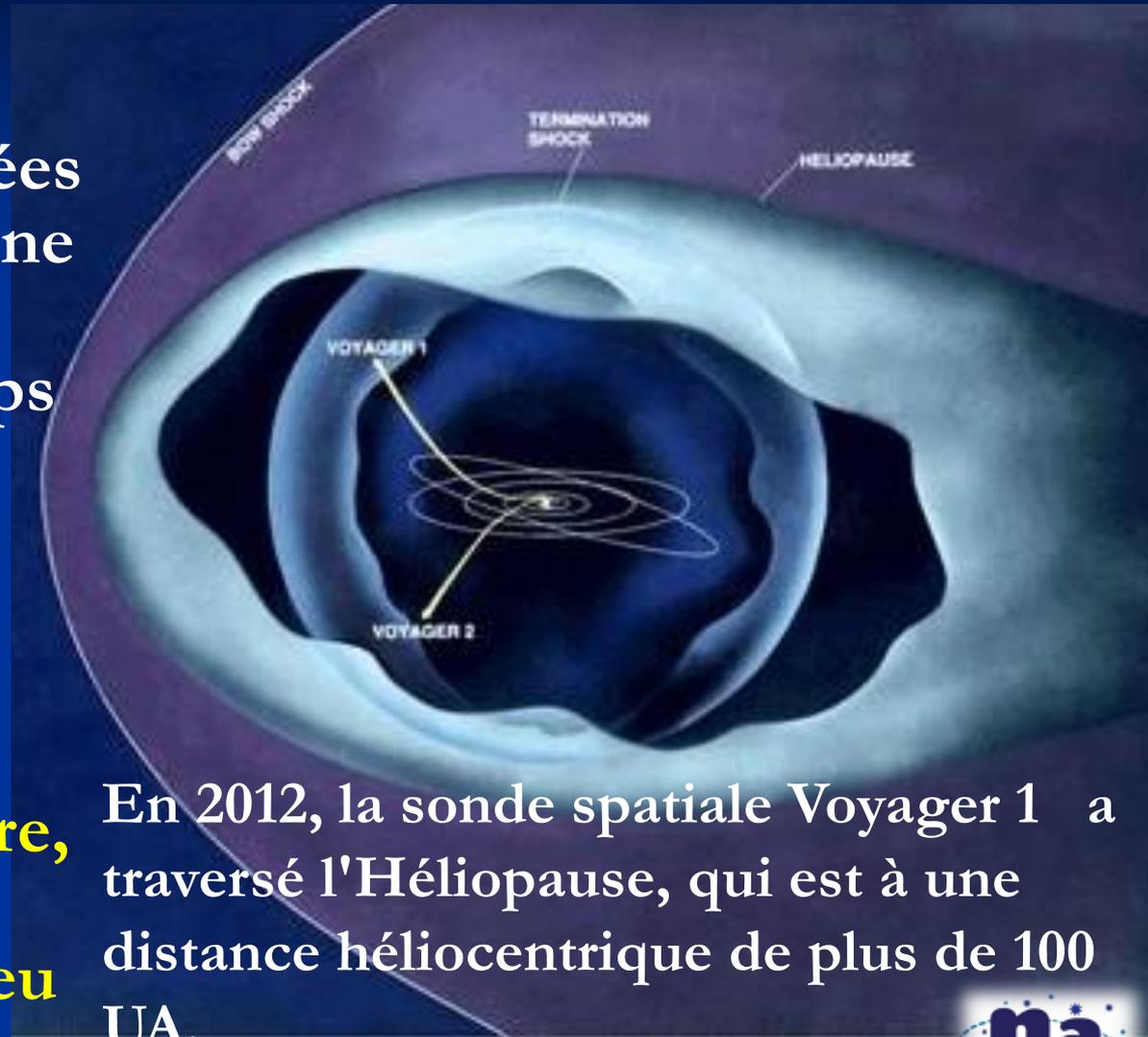
(corps à l'échelle de la taille)



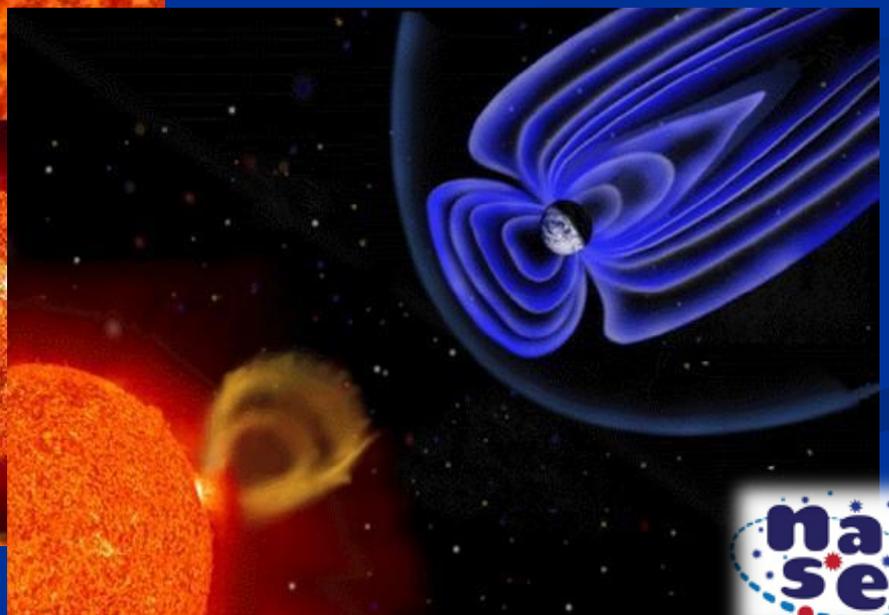
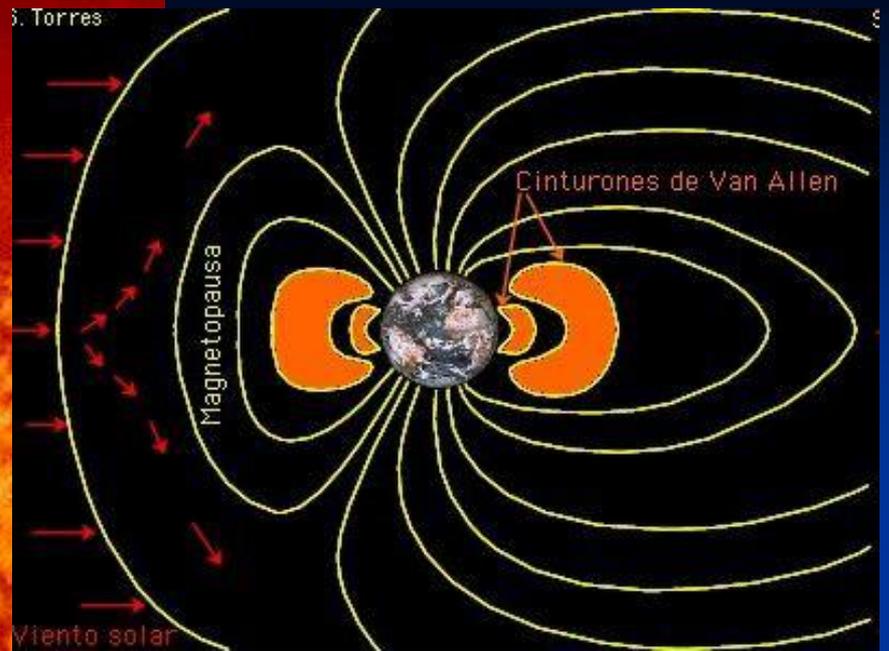
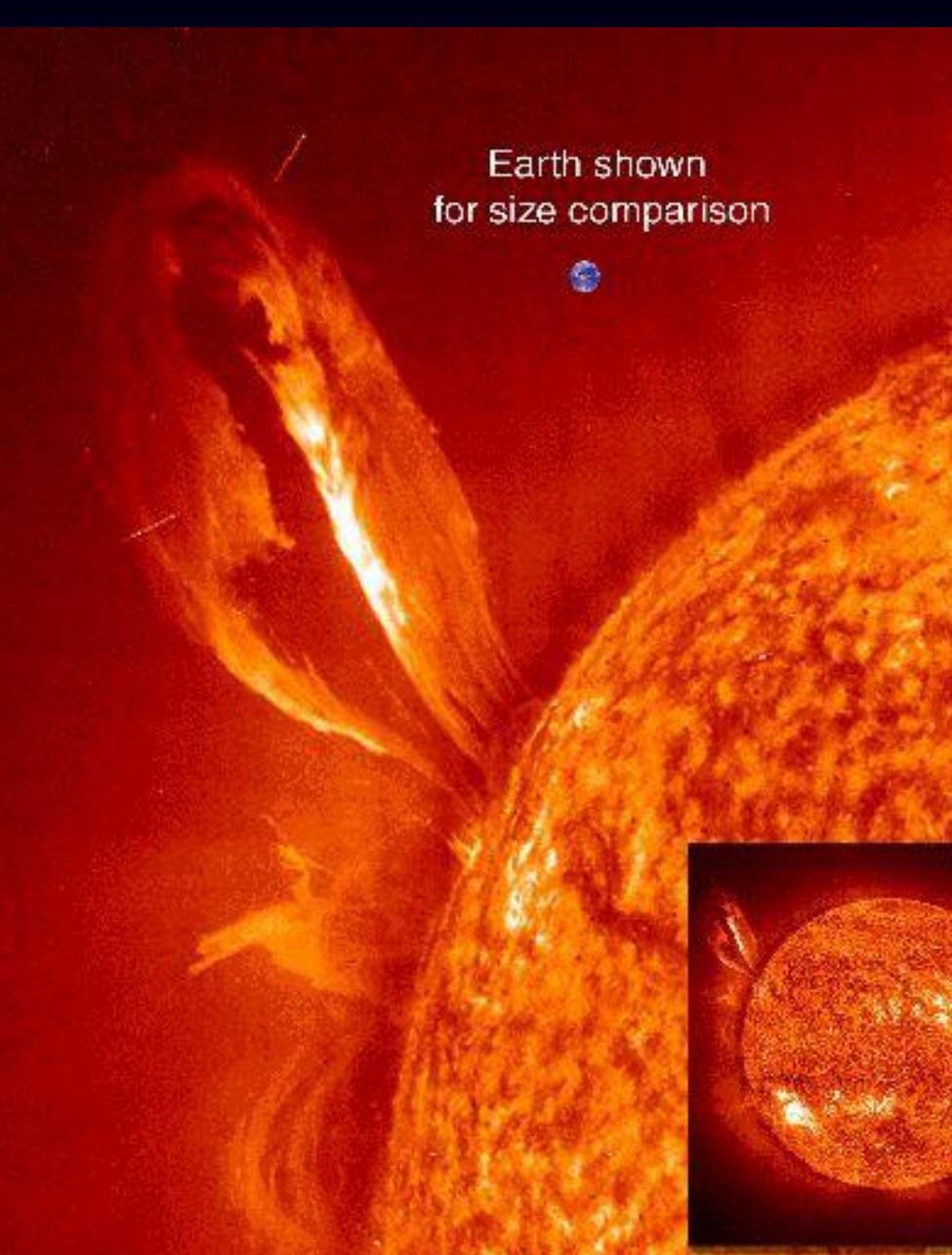
La limite réelle du Système Solaire

Toutes les orbites planétaires sont situées dans l'héliosphère, une région de l'espace contenant des champs magnétiques et du plasma («vent») d'origine solaire.

Héliopause est la limite de l'héliosphère, où le vent solaire se confond avec le milieu interstellaire.



En 2012, la sonde spatiale Voyager 1 a traversé l'Héliopause, qui est à une distance héliocentrique de plus de 100 UA.

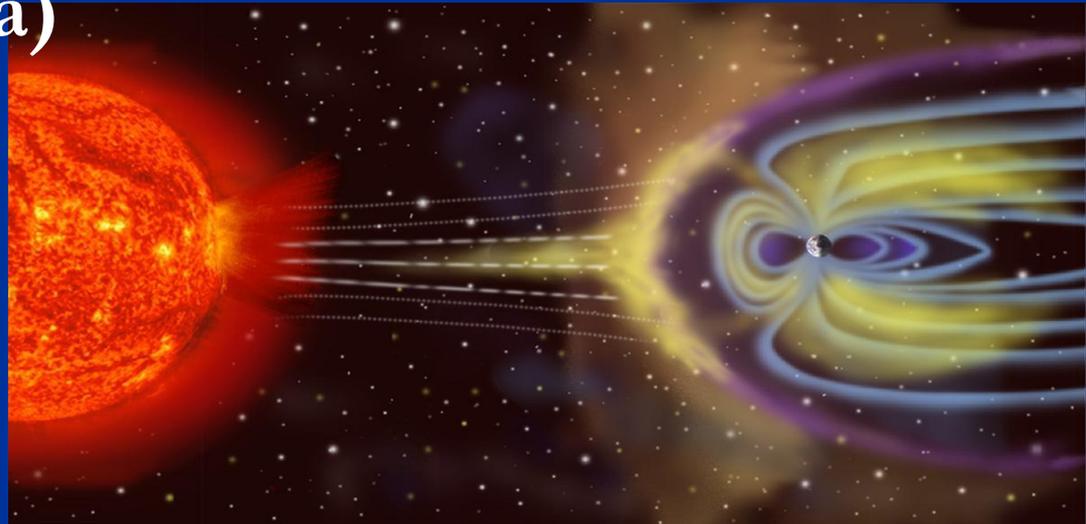


Environnement Soleil-Terre



Le milieu interplanétaire

Le Soleil émet des radiations électromagnétiques et du vent solaire (flux continu de particules chargées, plasma)



Cela se dissipe à une vitesse de 1,5 million de km/h, créant l'héliosphère, une atmosphère agréable qui baigne toute la SS jusqu'à env. 100 UA, marquant l'héliopause.



Le champ magnétique terrestre protège l'atmosphère du vent solaire et donne naissance aux aurores polaires (boréales et australes)



L'héliosphère assure une protection partielle des rayons cosmiques, mais la protection plus forte est dans le cas des planètes à champ magnétique.



La "météo spatiale" est surveillée en permanence

SpaceWeather.com -- News and information about meteor showers, solar flares, auroras, and near-Earth asteroids - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://www.spaceweather.com/

Google cinturones de van allen

SpaceWeather.com -- News and info...

 **spaceweather.com**
News and information about the Sun-Earth environment

Subscribe to SpaceweatherNews
 go!

AURORA ALERTS | **SUBMIT YOUR PHOTOS!** | **3D SUN** | **CONTACT US** | **SUBSCRIBE** | **FLYBYS** | **SCIENCE@NASA**

Current Conditions

Solar wind
speed: **347.4** km/sec
density: **1.1** protons/cm³
[explanation](#) | [more data](#)
Updated: Today at 0546 UT

X-ray Solar Flares
6-hr max: **B8** 0032 UT Mar29
24-hr: **B8** 0032 UT Mar29
[explanation](#) | [more data](#)
Updated: Today at: 0500 UT

Daily Sun: 28 Mar 11



What's up in space

Tuesday, Mar. 29, 2011

Metallic photos of the sun by renowned photographer Greg Piepol bring together the best of art and science. Buy one or a whole set. They make a stellar gift.



SOLAR RADIO STORM: Did you know sunspots can make noise? Consider the following: "Over the past few days, I have been recording a sustained solar radio storm at 180 MHz," reports amateur radio astronomer [Thomas Ashcraft](#) of New Mexico. "It consists of Type I radio bursts and sounds like ocean surf. [Here is an audio sample](#) from March 27th at 1930 UT. The sun seems to be entering a new phase of dynamism."

Radio emissions like these are caused by plasma instabilities in the sun's atmosphere above sunspots. With the sun becoming 'radio-active,' it's no coincidence that sunspots are emerging in abundance. Leading the way is behemoth active region AR1176, shown here in a photo taken yesterday by Larry Alvarez of Flower Mound, Texas:



archives
March
29
2011

space toys.com



Averted Im
ASTROPHOT

Les planètes

Les 8 planètes de notre SS peuvent être divisées en:

- 4 **planètes comme la Terre**, dans la région la plus interne (Mercure, Vénus, Terre et Mars): rocheux, avec des densités approximatives comprises entre 4 et 5g/ cm³.
- 4 **planètes géantes**, dans la région ultrapériphérique, qui sont à leur tour divisées en:
 - **Géants gazeux**: Jupiter et Saturne, riches en H et He, avec une composition chimique similaire au soleil.
 - **Géants Glaces**: Uranus et Neptune; la glace prédomine en ce qui concerne les gaz et leur composition chimique diffère beaucoup de celle solaire.

Les planètes géantes sont plus légères que les planètes terrestres, avec des densités comprises entre 0,7 g/cm³ (Saturne) et 2 g/cm³.



Elles n'étaient pas formées "in situ", il y avait une migration causée par l'échange du moment angulaire entre les planètes géantes en formation et les planétésimaux qui ont été balayés vers d'autres régions du System Solaire ou éjectés du System Solaire.



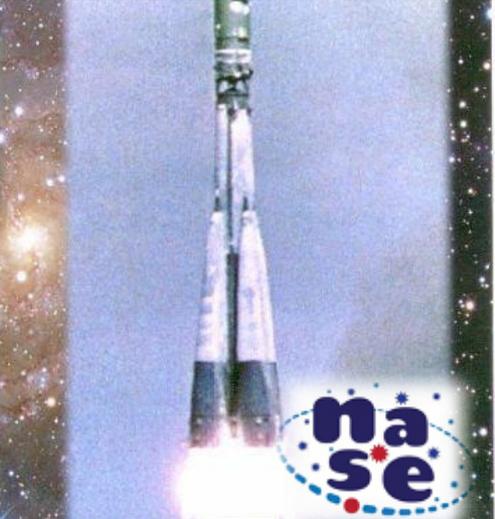
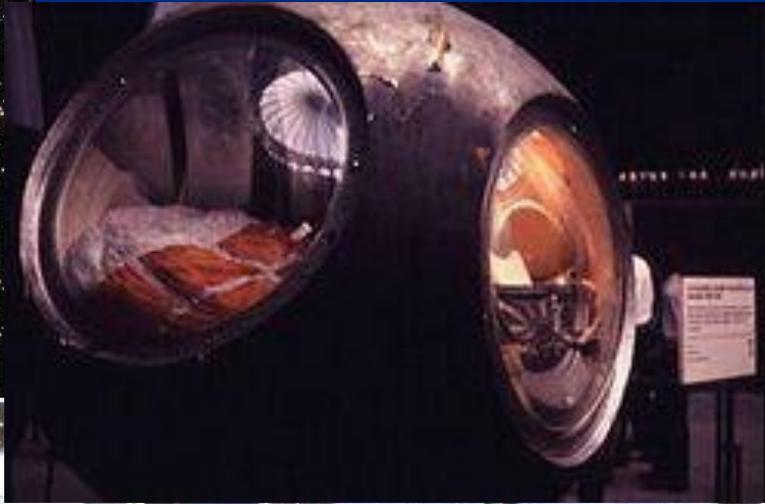
La Terre



Systeme Terre-
Lune, photographié
par la sonde
Galileo, en route
pour Jupiter
(1998)



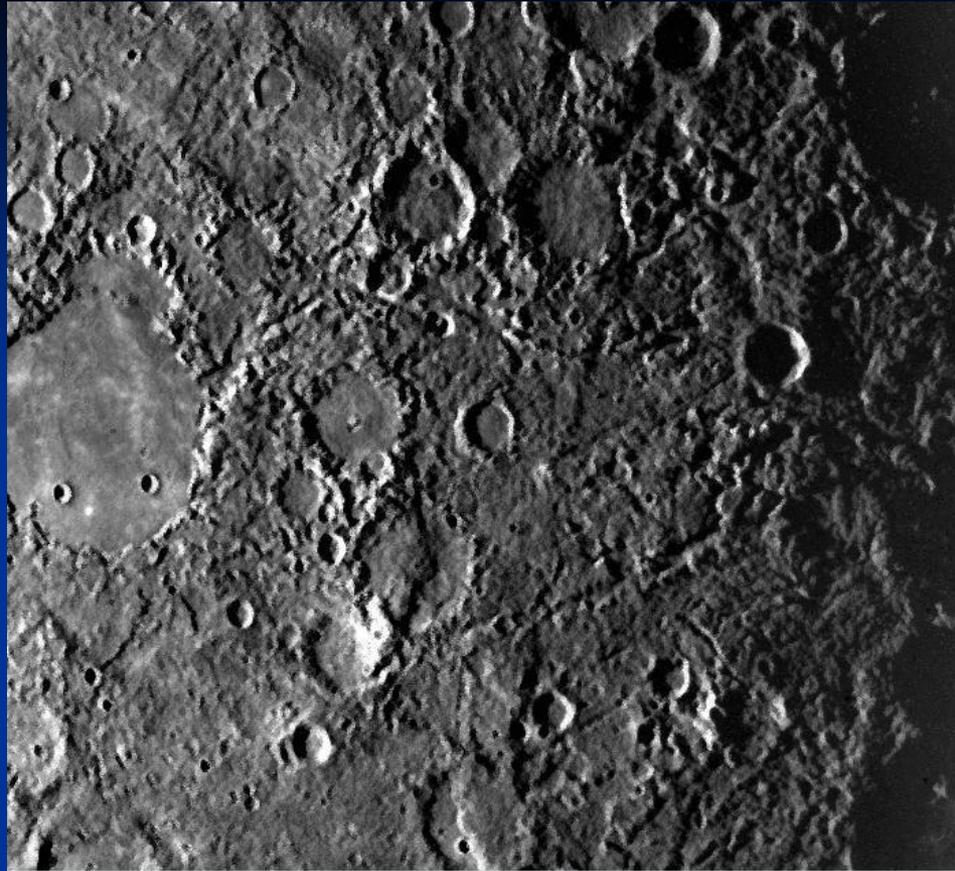
12 avril 1961, premier vol
de circumnavigation sur
Terre, Youri Gagarine



Mercurure

La plus proche
planète du Soleil,
présente une surface
d'impact

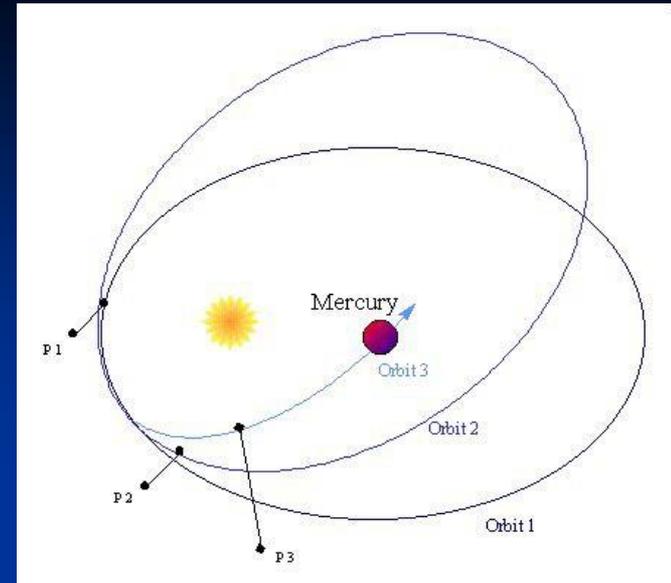




Le cratère le plus important est "Caloris Basin"
(1500 km de diamètre): l'impact qui en est à
l'origine a provoqué des vagues qui ont éclaté à la
surface des antipodes (photo).



La précession de Mercure au périhélie



La précession du périhélie de Mercure est plus rapide que les prédictions de la mécanique céleste classique de Newton.

Cette avance de périhélie était prédite par la théorie générale de la relativité d'Einstein.

Cela est dû à la courbure de l'espace causée par le Soleil. C'est une preuve définitive de cette théorie.

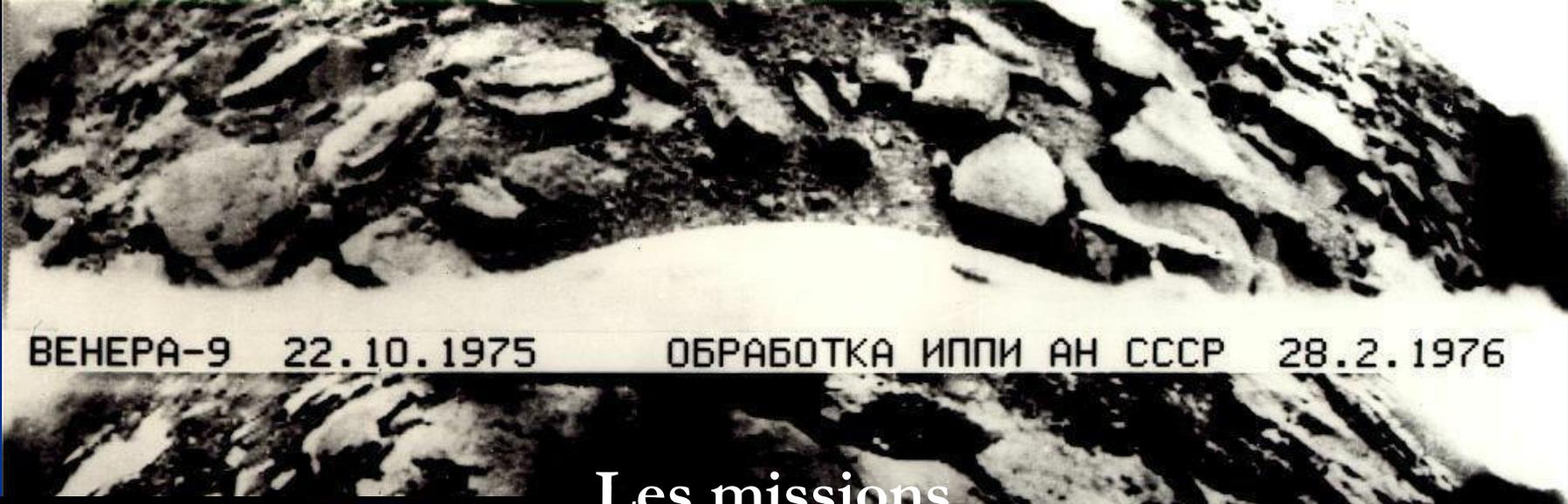


Vénus

Observé avec un
petit télescope
sur Terre

Observé avec le
télescope Hubble
dans l'espace.



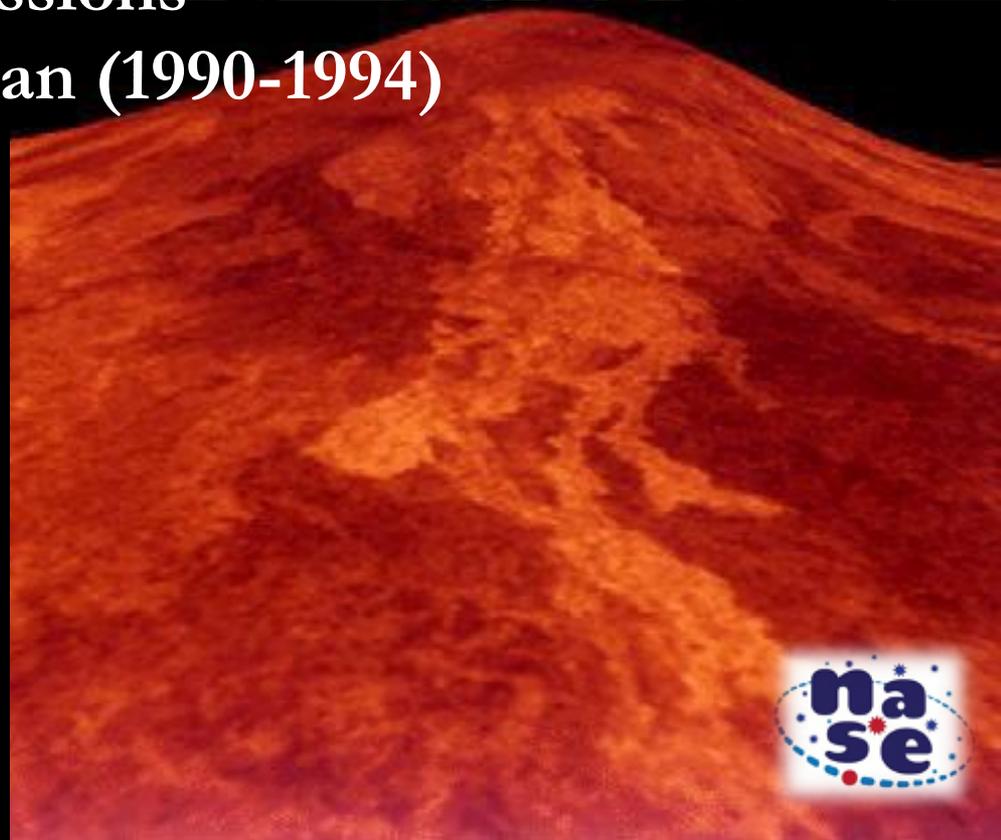


ВЕНЕРА-9 22.10.1975

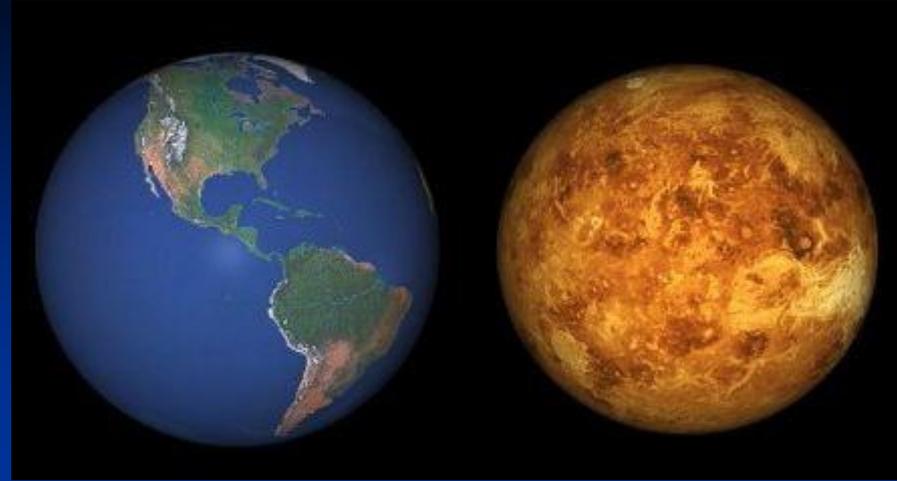
ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР

28.2.1976

Les missions Magellan (1990-1994)



Vénus et Uranus sont les seules planètes ayant un mouvement rétrograde (elles se tournent dans la direction opposée à celle du soleil).



- année vénusienne = 224 jours terrestres
- jour vénusien = 243 jours terrestres.

Le mélange de CO₂ et de nuages denses de dioxyde de soufre (SO₂) crée le plus grand effet de serre de l'ensemble du SS, avec des températures atteignant 460 °C, supérieures à celles du Mercure.

La pression atmosphérique est 100 fois supérieure à la pression de la Terre, il y a des nuages et peut-être une pluie d'acide sulfurique.



Le transit de Vénus

Lorsque Vénus passe entre la Terre et le Soleil, son ombre traverse le disque solaire.

A cause d'inclinaison de l'orbite de Vénus le transit se produit deux fois en 8 ans, et le suivant sera après plus d'un siècle (105,5 ou 121,5 ans).

En juin 2004 et juin 2012, les derniers transits ont eu lieu. Il n'y en aura pas d'autre avant le 11 décembre 2117.





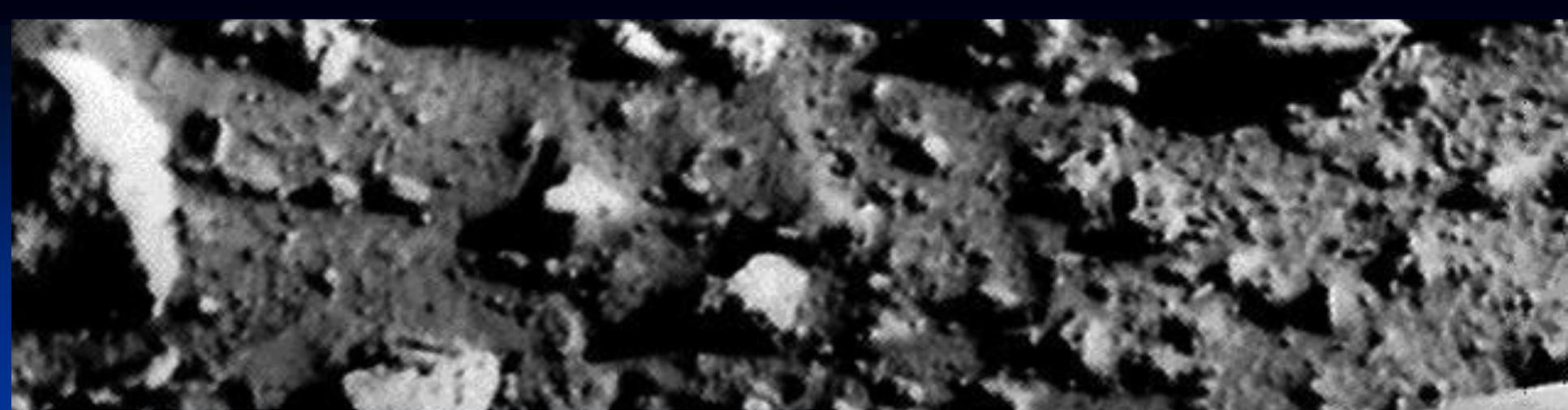
Mars



Mont Olympe (26000 m)

Son atmosphère est composée principalement de CO_2 et la pression atmosphérique est un centième de celle de la Terre.

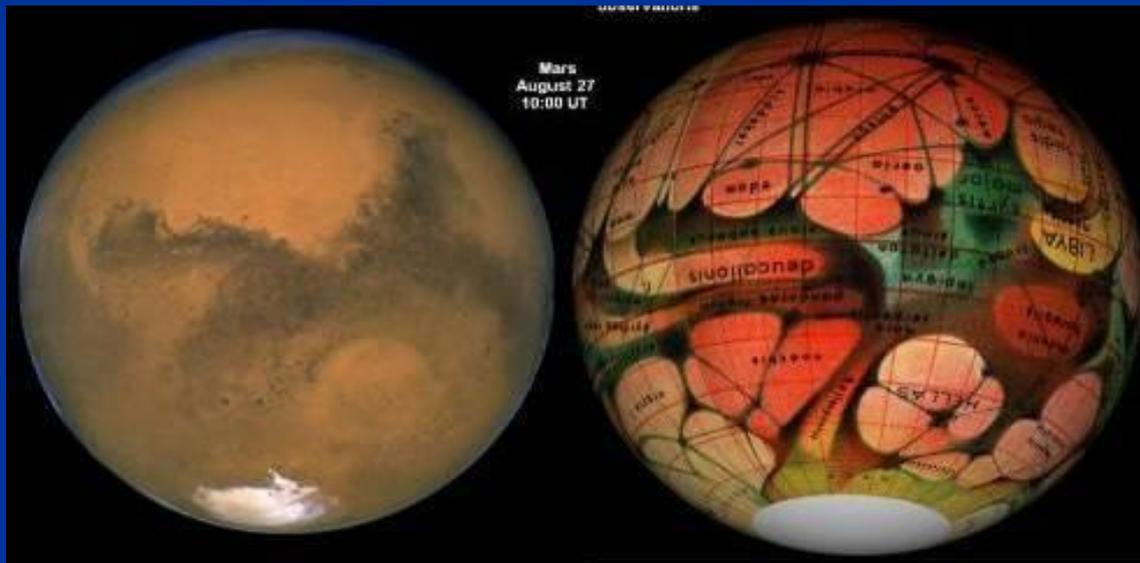




La première photo
de la surface de
Mars: Viking I, 1976



Source d'inspiration pour de nombreux auteurs de science-fiction ("extraterrestres" = "martiens"), du fait du fameux "canali" observé par Giovanni Schiaparelli à la fin du XIXe siècle: le terme a été traduit en anglais par "canals" comme s'il s'agissait de constructions humaines



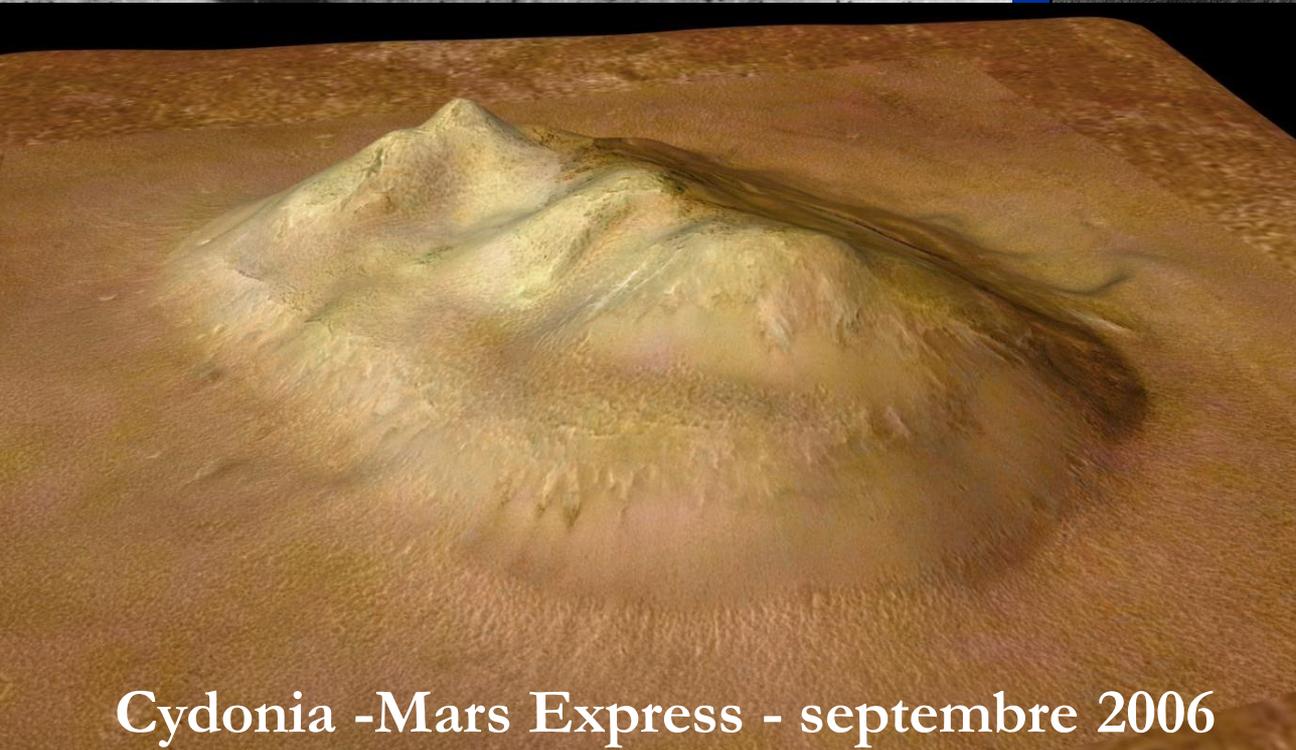
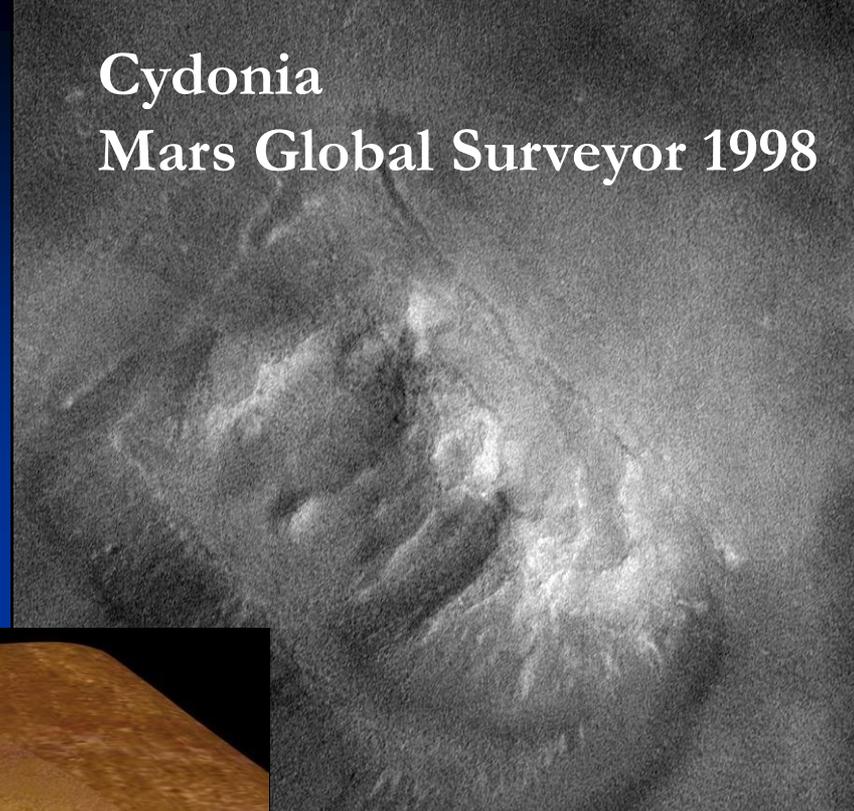
La couleur rouge est due à l'oxyde de Fe (hématite) présent dans les minéraux de surface



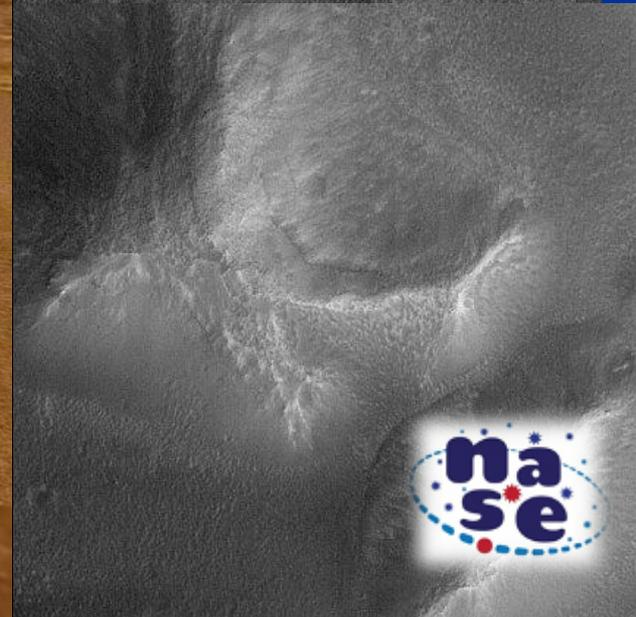
Cydonia - Viking I - 1976



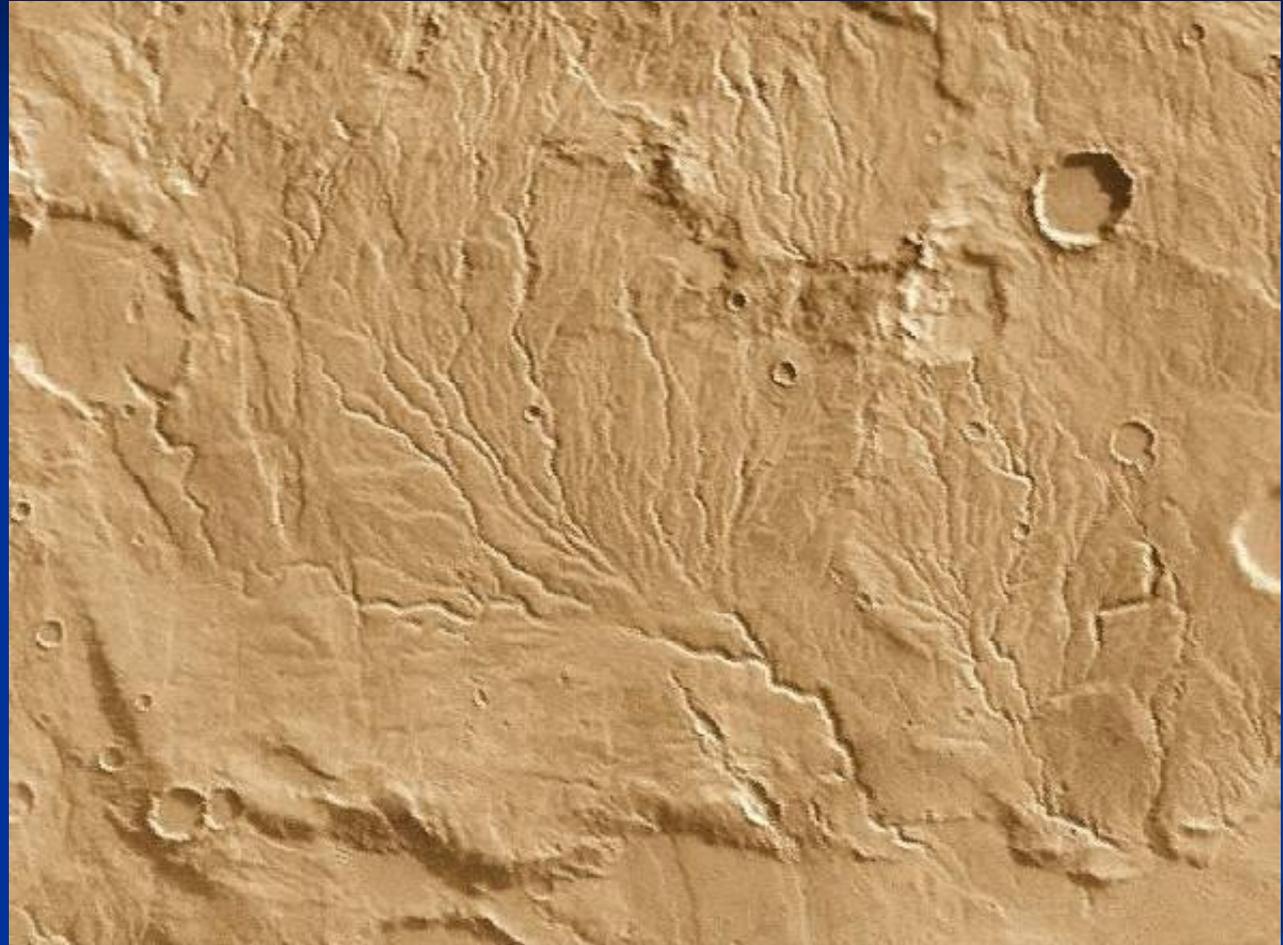
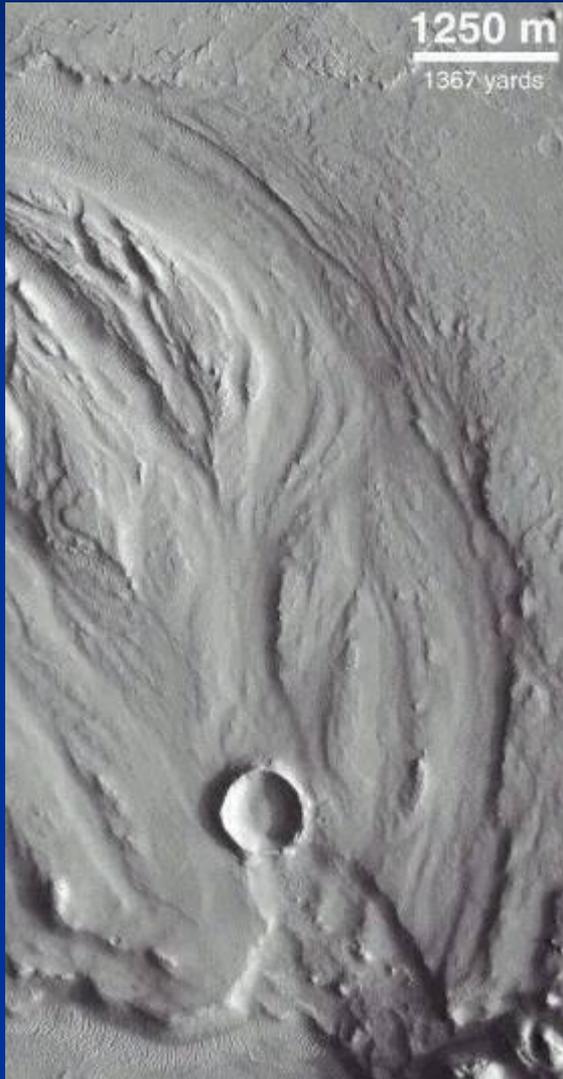
Cydonia
Mars Global Surveyor 1998



Cydonia -Mars Express - septembre 2006



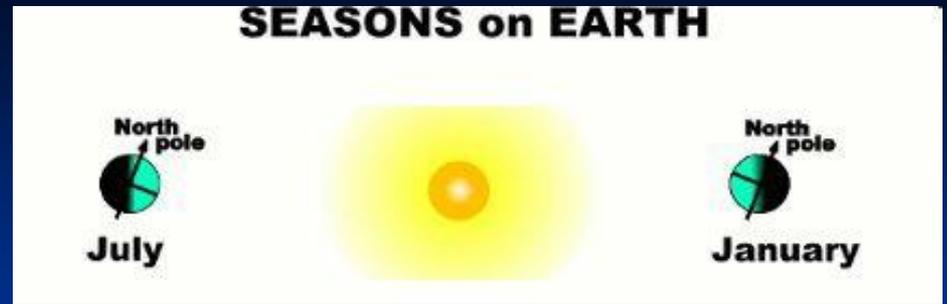
Il y a des traces qui indiquent qu'il y avait de l'eau sur Mars



L'eau peut maintenant être gelée dans le sous-sol.



Comme sur la Terre, il y a des saisons sur Mars parce que l'axe de rotation est incliné par rapport au plan orbital et parce que les planètes se déplacent autour du Soleil en gardant constant l'inclinaison de l'axe.

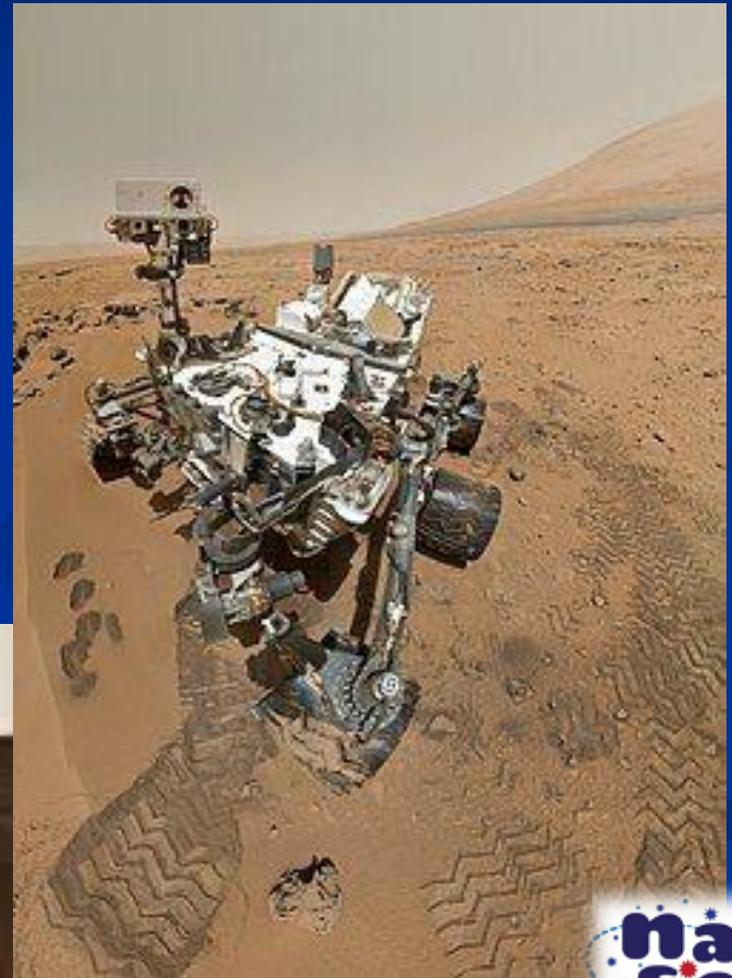


Pôle sud martien

Mars possède deux calottes glaciaires, la glace et le CO_2 dont l'extension varie avec les saisons.



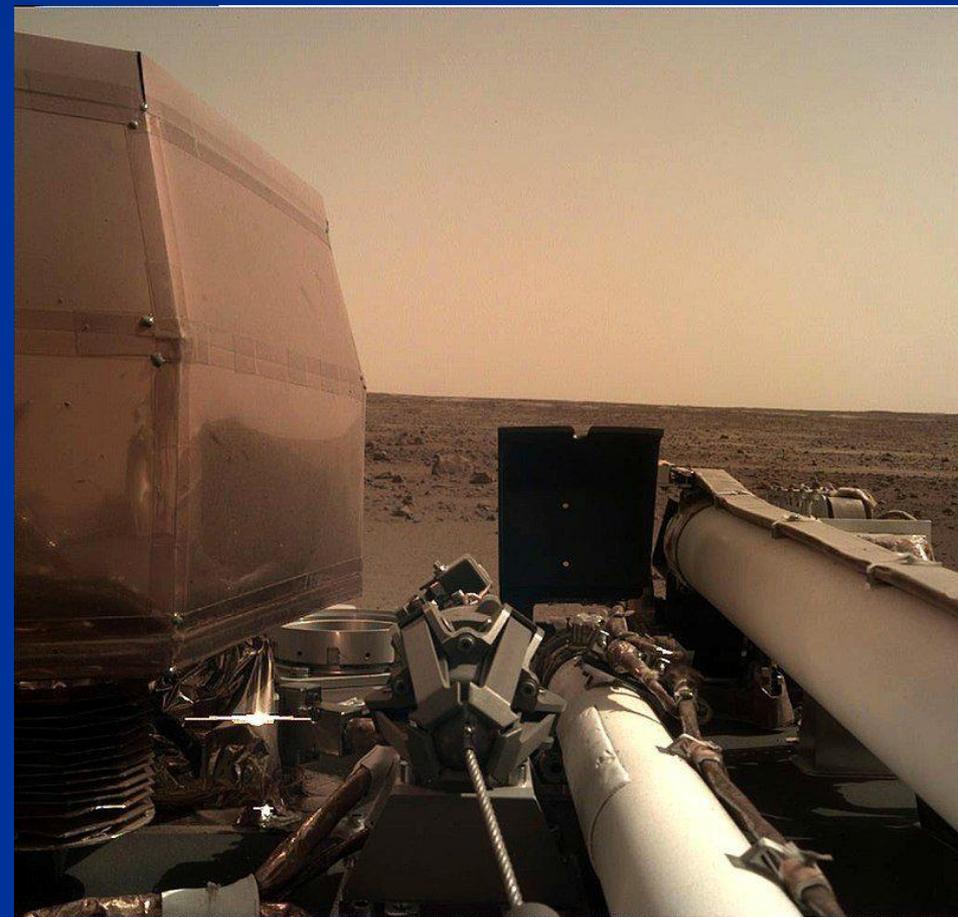
Curiosity sur Mars (2004-présent): une histoire réussie de la science et de la technologie et un laboratoire de microbiologie



InSight a atterri sur Mars le 28 novembre 2018

InSight - Exploration intérieure à l'aide d'enquêtes sismiques, de géodésie et de transfert de chaleur.

- **OBJECTIF:** installer un robot géophysique équipé d'instruments de haute technologie pour étudier l'intérieur, le sous-sol, la transmission de la chaleur et les mouvements du sol martien et pour analyser l'évolution géologique précoce de la planète.



Jupiter

La planète la plus massive du SS compte plus de 60 lunes. En 1610, Galilée observa pour la première fois 4 d'entre eux qu'il les appela "Médiceas". La même année, Simon Marius les baptisa Io, Europa, Ganymede et Callisto.



photographié
par le télescope
Hubble



Auroras



Jupiter a probablement un petit
noyau solide, entre 10 et 15 fois
la masse de la Terre.



Systeme de bagues



Saturne

La planète moins dense du SS



Il a plus de 60 lunes et certaines d'entre elles se situent parmi les anneaux, organisant dynamiquement le système, elles s'appellent les " satellites bergers » .



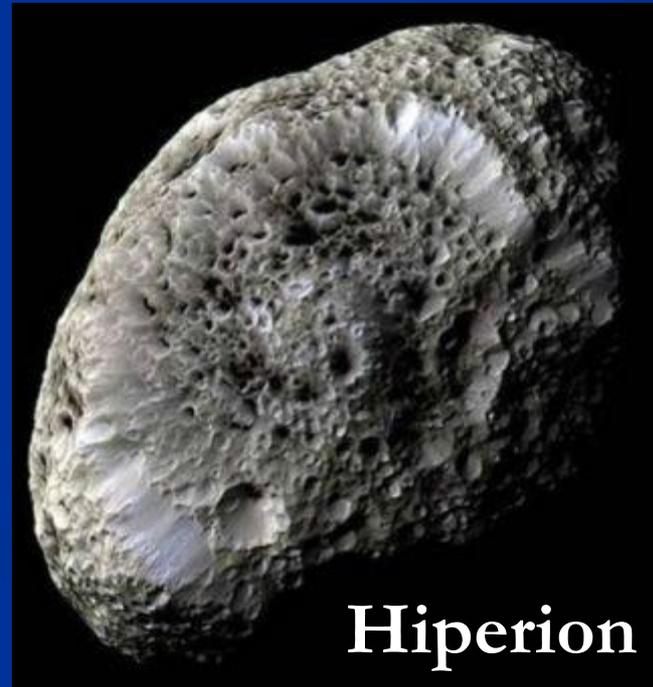
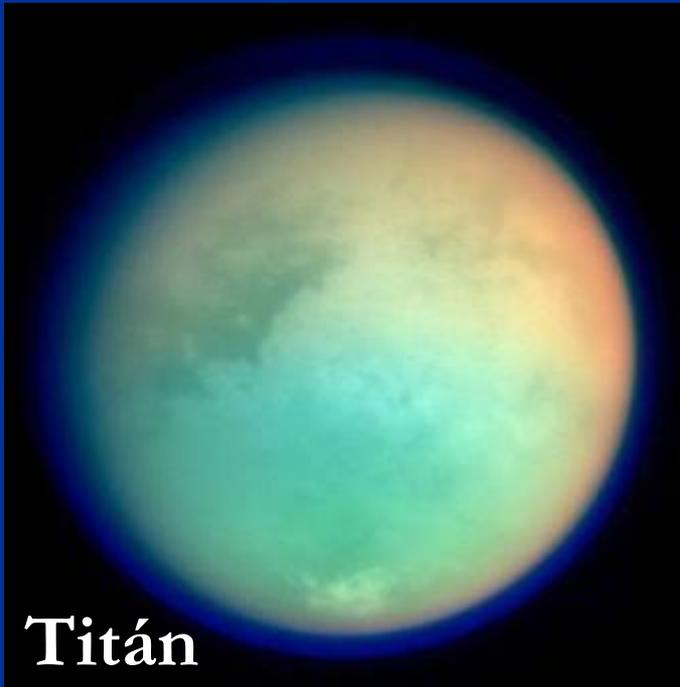
Systeme de anneaux, formés
de poussière et de très petites
morceaux de glace.

Aurores sur
Saturne,
photographiées
par le télescope
Hubble



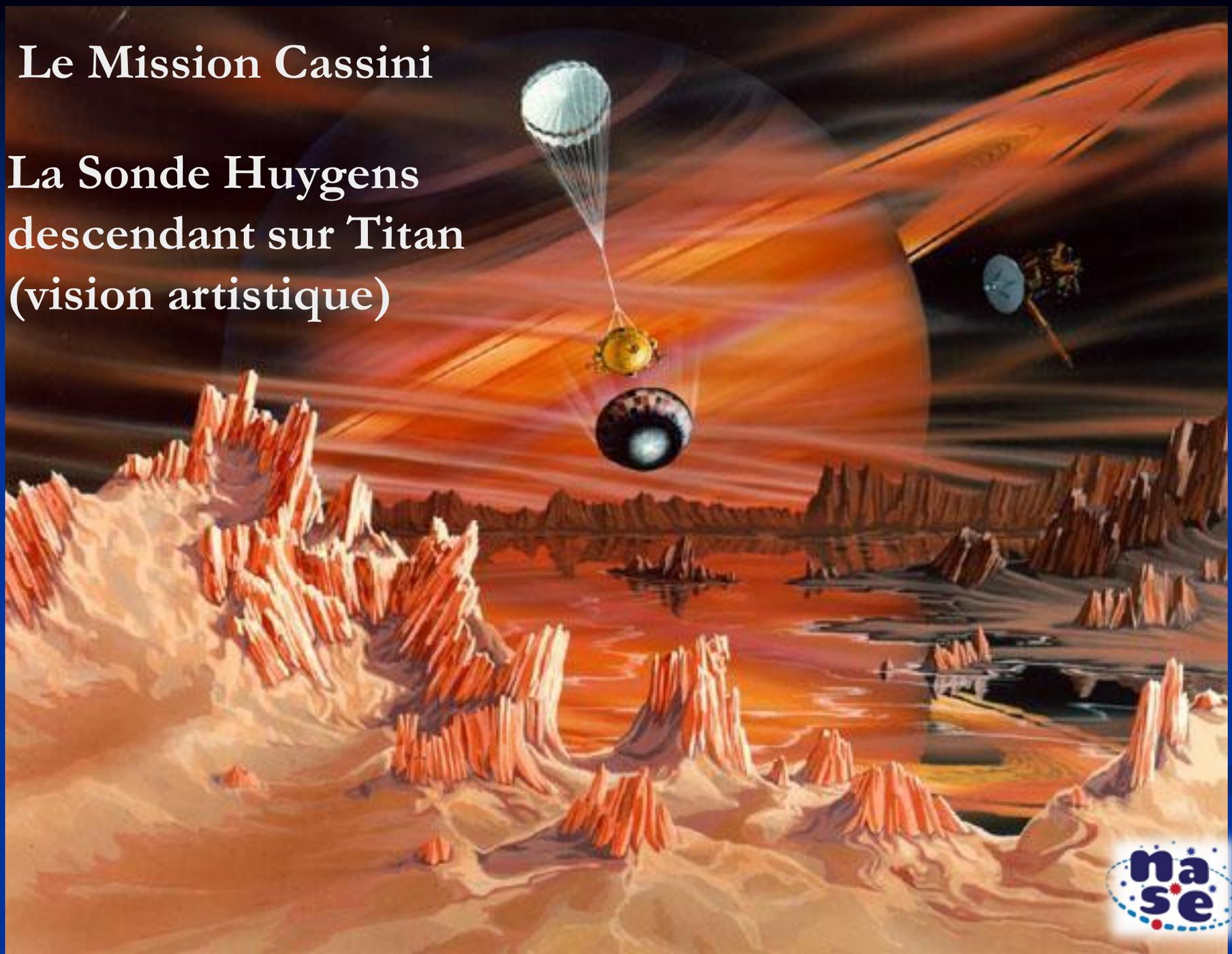
Saturne a plus de 60 satellites mais 7 sont assez gros pour prendre une forme sphérique.

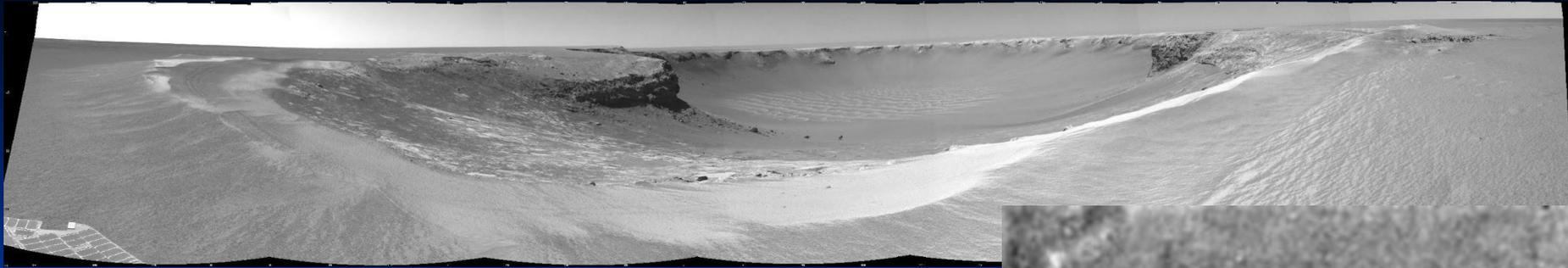
Titan est le plus gros (plus gros que Mercure et Pluto) et le seul dans le SS avec une atmosphère dense.



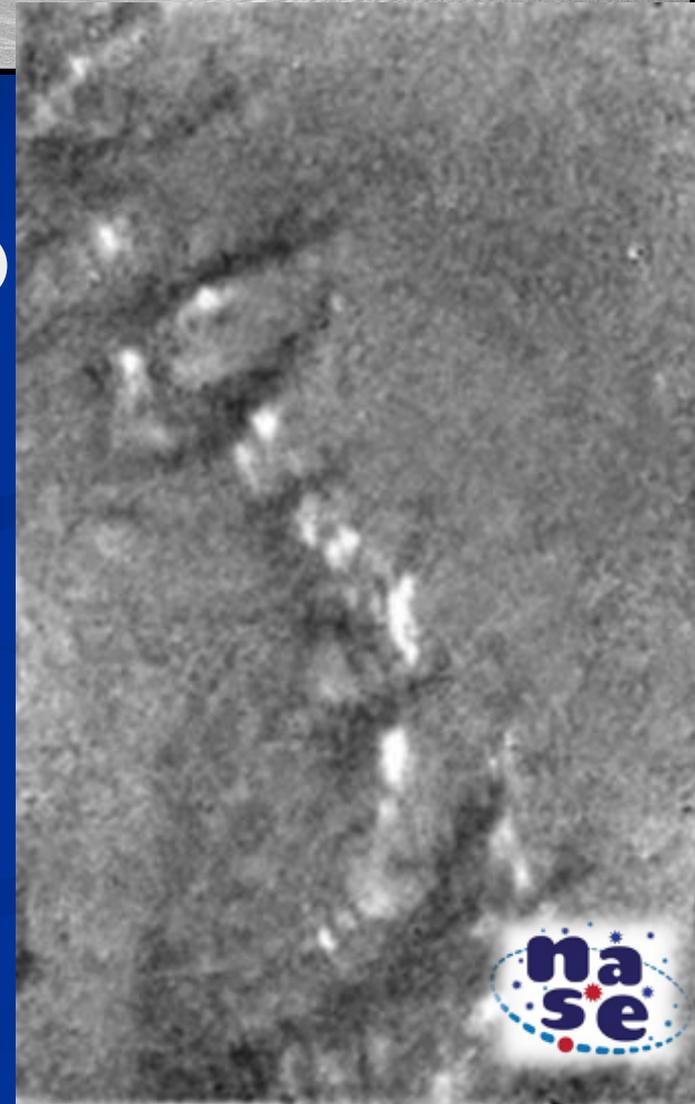
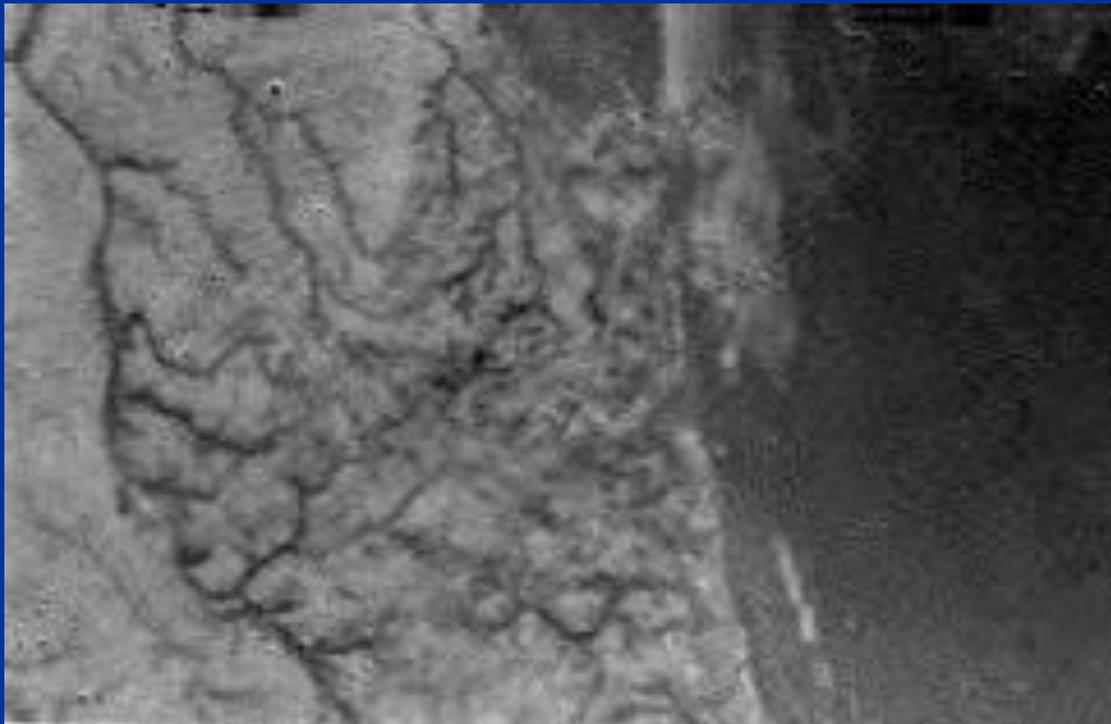
Le Mission Cassini

La Sonde Huygens
descendant sur Titan
(vision artistique)

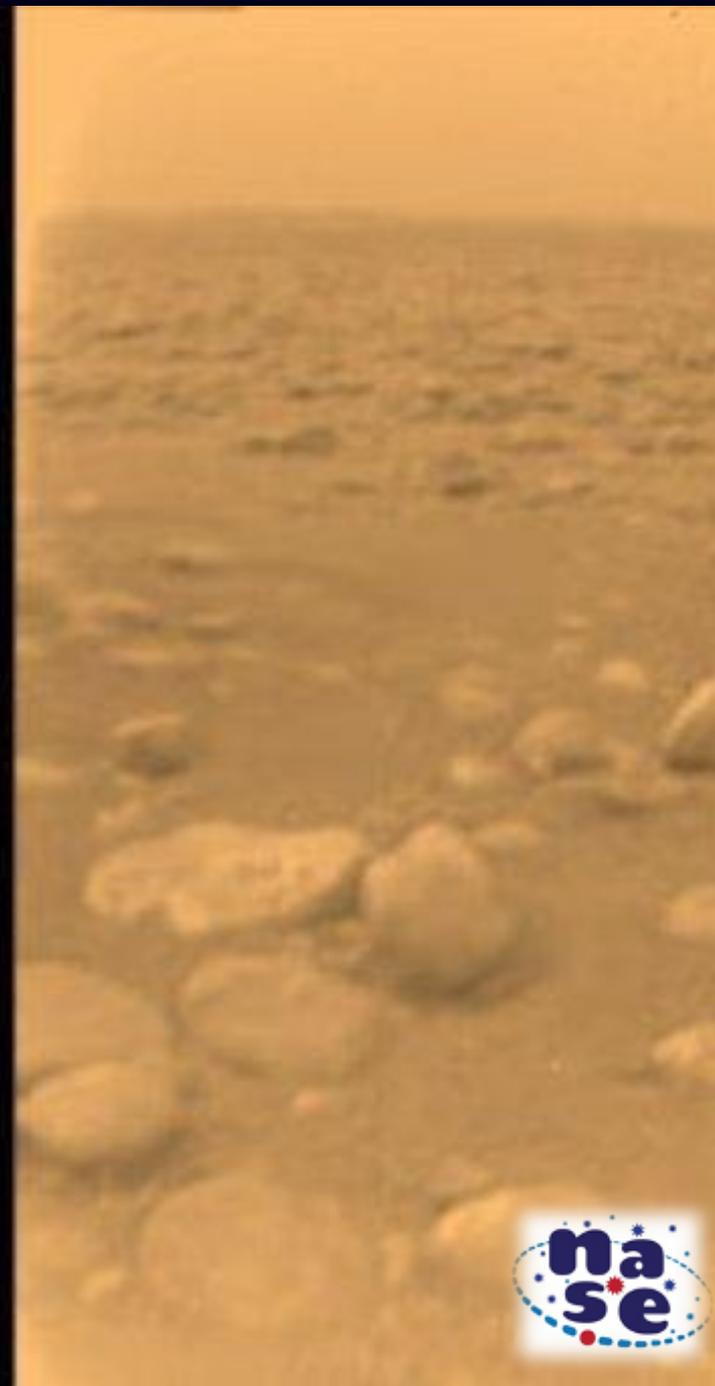
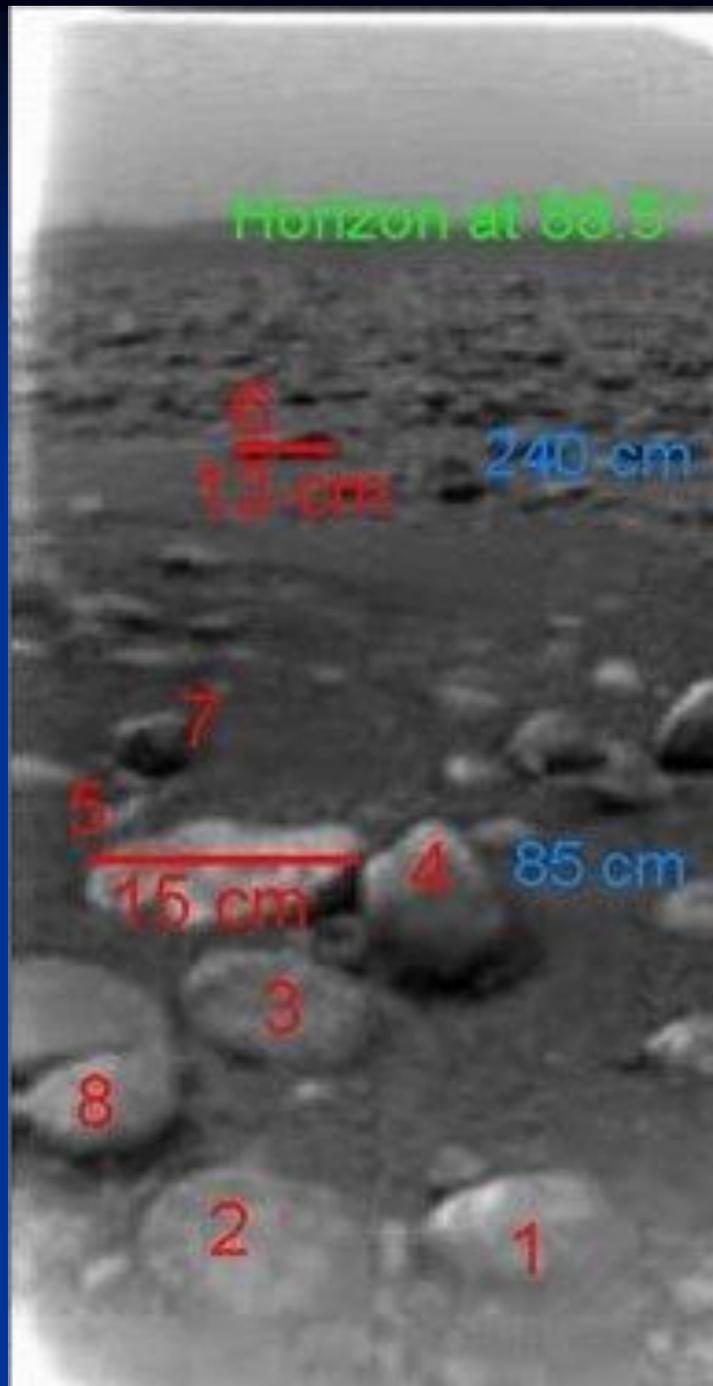




La sonde Huygens descendant sur Titan (Première photo panoramique)

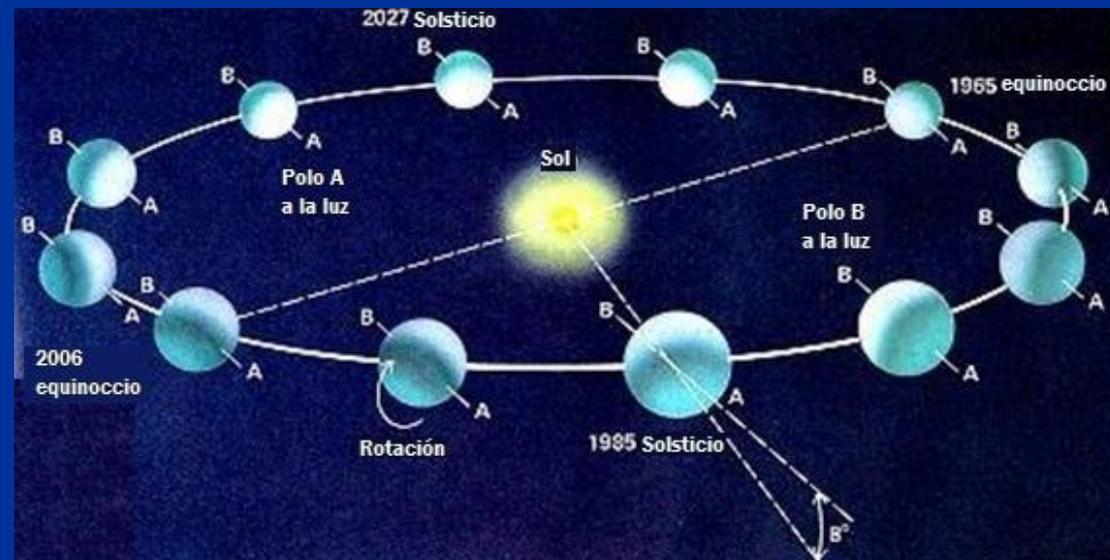
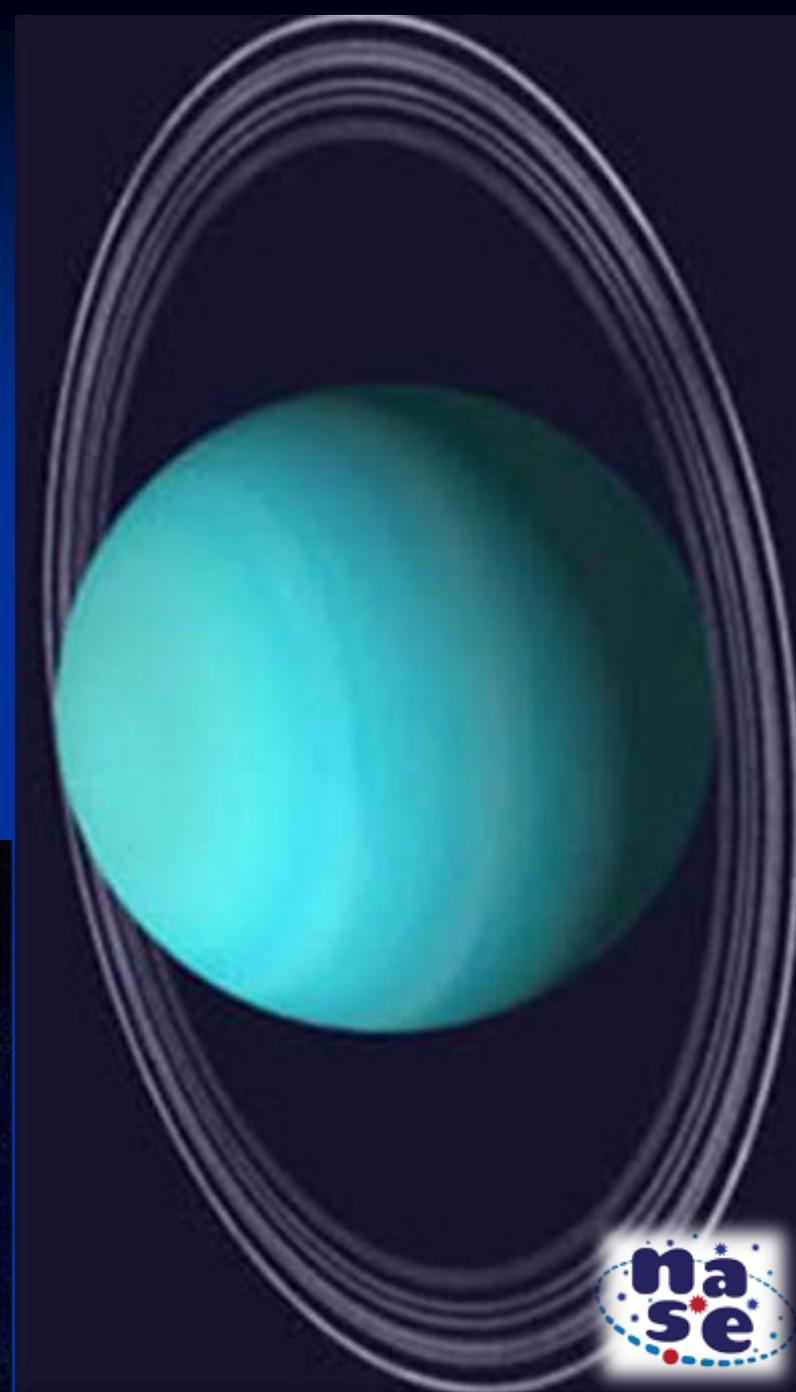


Dernière
photo de
la sonde
Huygens
sur
Titan



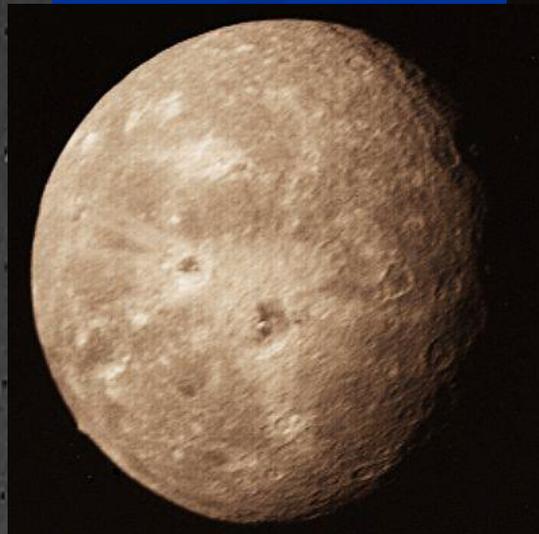
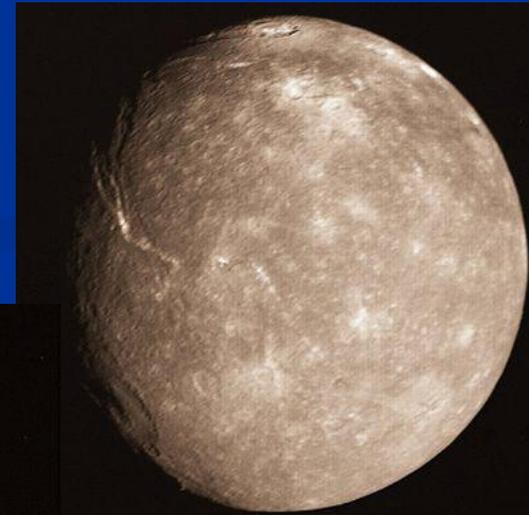
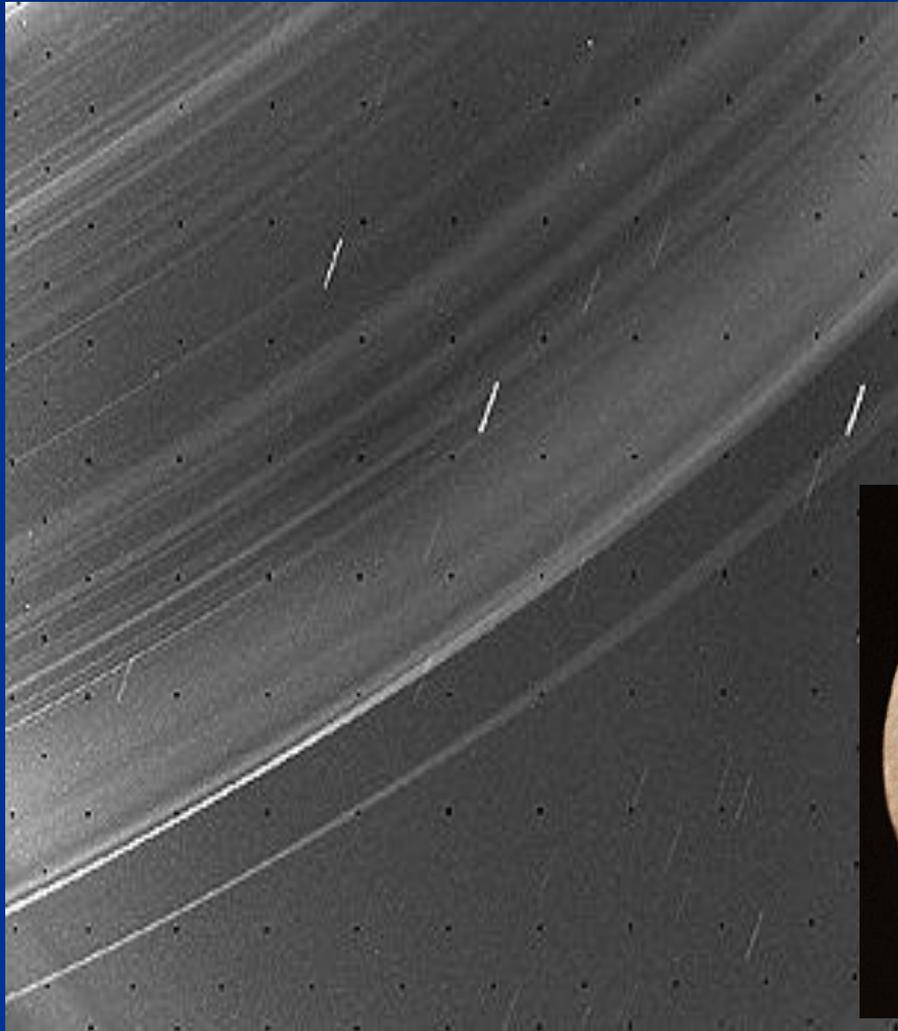
Uranus

Son axe de rotation est
pratiquement dans son
plan de translation

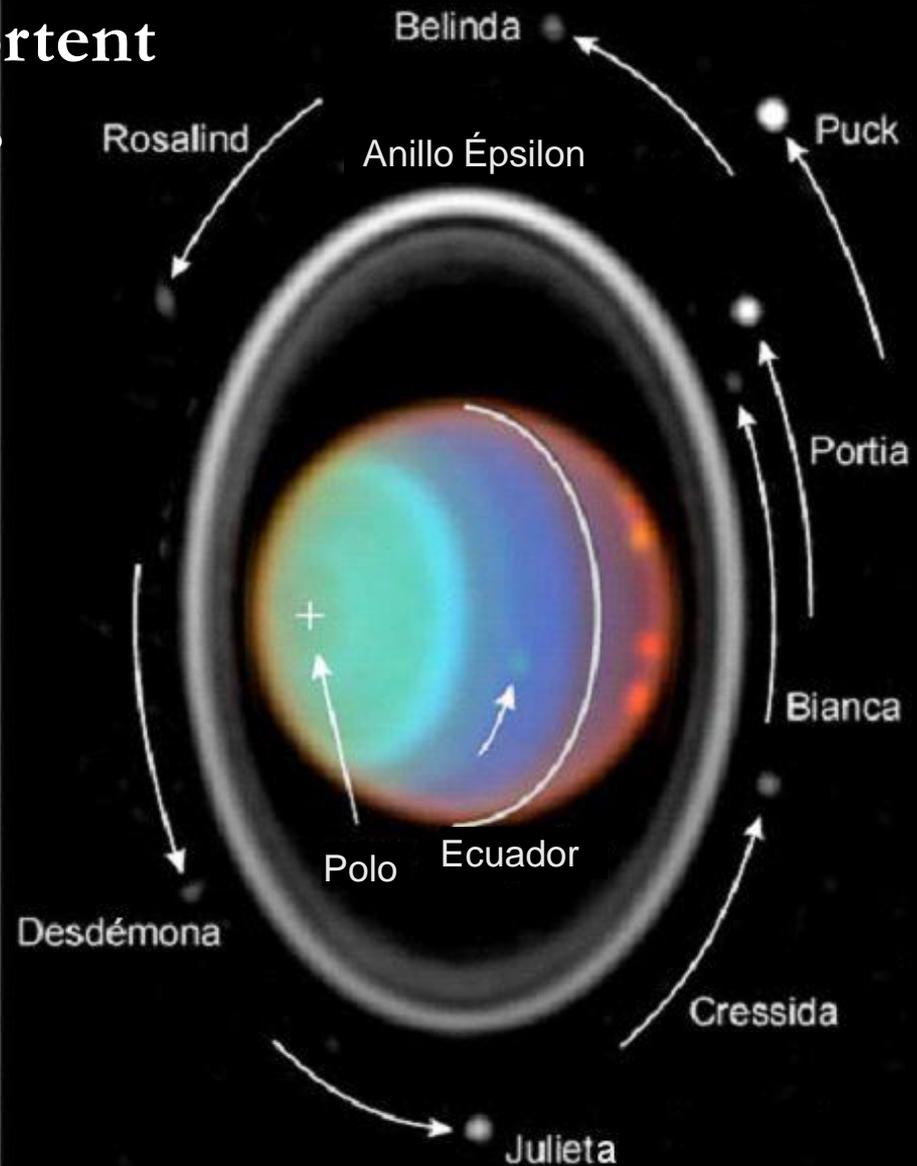
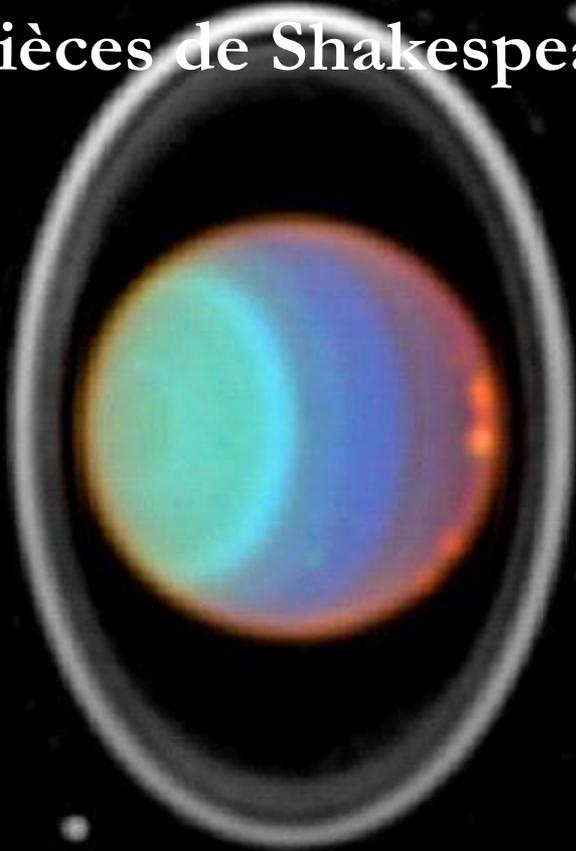


Uranus possède au moins 27 satellites naturels.

Les deux premiers ont été découvertes par William Herschel en 1787: Titania et Oberon.



Les satellites d'Uranus portent les noms des héroïnes des pièces de Shakespeare



Urano • Julio 28, 1997

PRC97-36a • November 20, 1997 • ST Sci OPO

E. Karkoschka (University of Arizona Lunar & Planetary Lab) and NASA

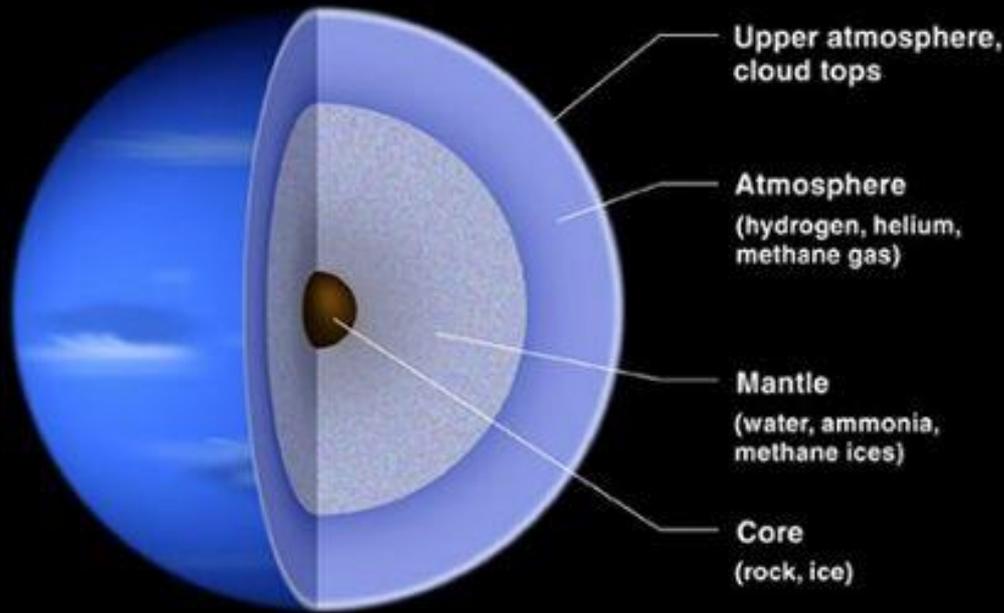


Neptune

Son couleur proviennne de la présence dans l'atmosphère du méthane, qui absorbe le rouge et l'infrarouge.



Neptune



On pense qu'il possède un noyau solide de silicates et de fer, presque aussi grand que la Terre.

Au-dessus du noyau se trouve un manteau de glace, de méthane, de H et un peu de He

Il a des anneaux très sombres, d'origine inconnue.



(18 de febrero de 1930).

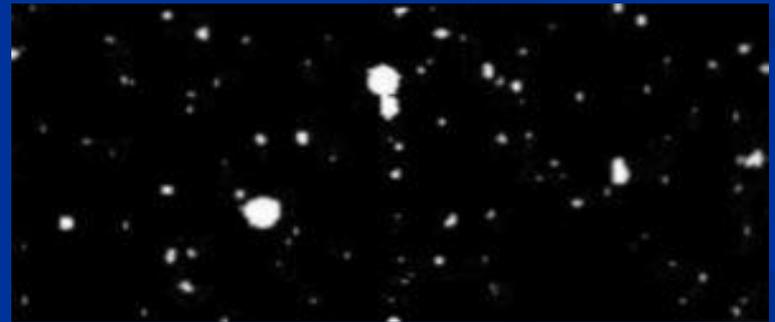
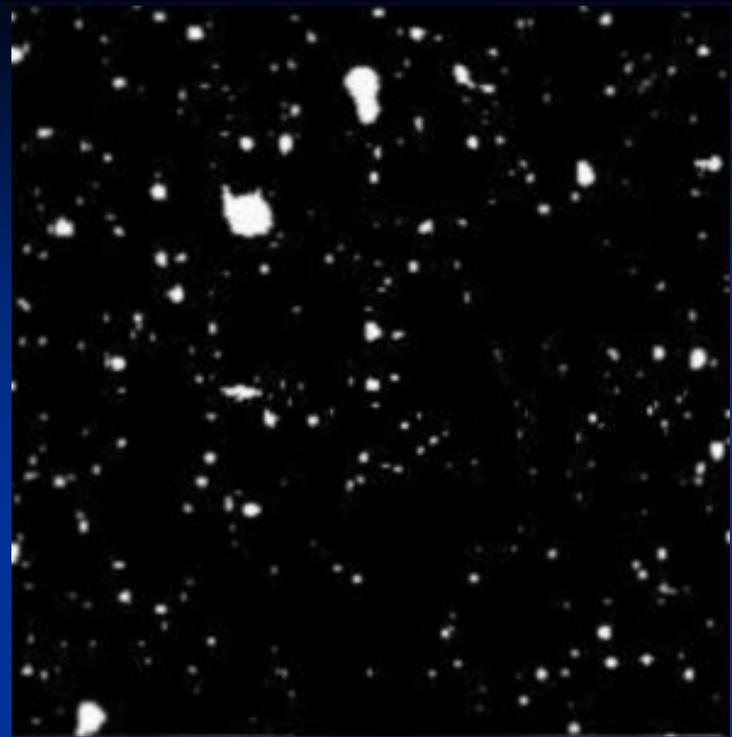


Image de la
découverte (1930)

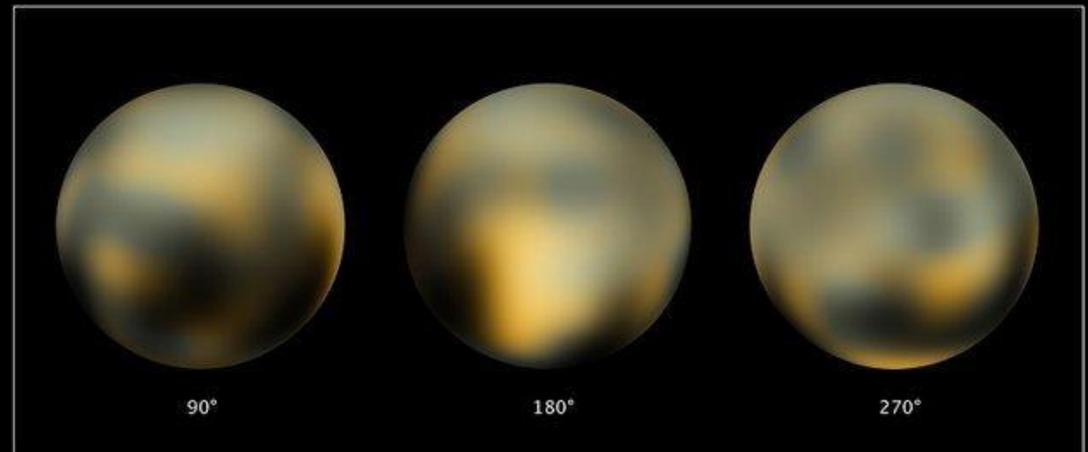


Pluton est trop petit pour perturber l'orbite de Neptune. Il a eu assez longtemps pour trahir sa présence, malgré tous les calculs de Lowell. Clyde Tombaugh a découvert que Pluton (magnitude $\sim 13,5$) photographiait de manière systématique le plan du système solaire.

Pluton et Charon



Télescope Hubble 1999



Pluto Faces
Hubble Space Telescope • ACS/HRC

NASA, ESA, and M. Buie (Southwest Research Institute)



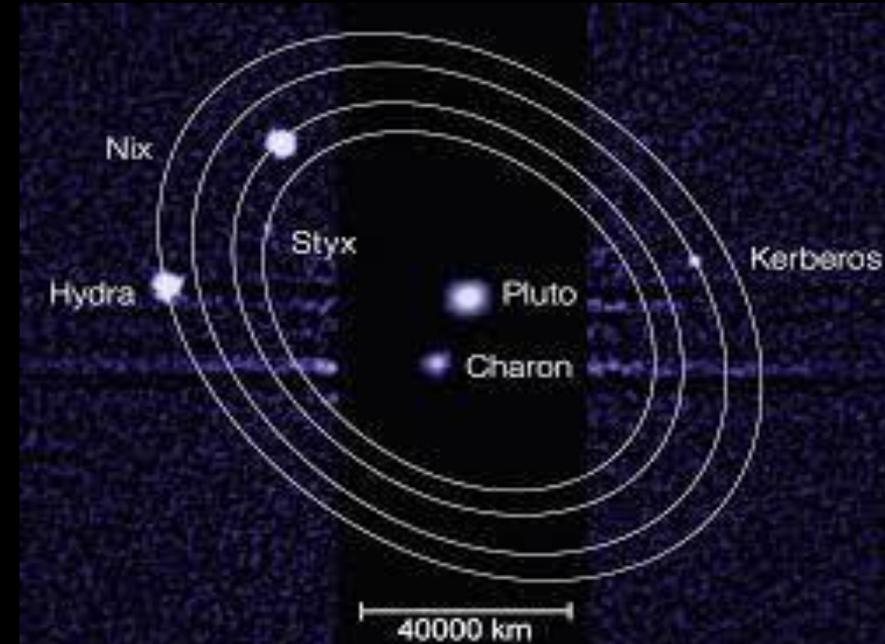
Système Pluto. 15 février 2006

Hubble Space Telescope ■ ACS/HRC



NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), A. Stern (SwRI),
and the HST Pluto Companion Search Team

Système Pluto. 2011-2012





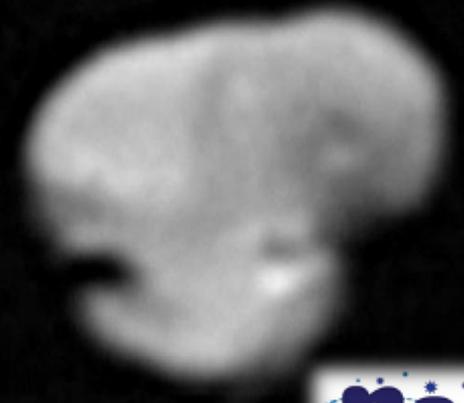
Pluton et Charon
Mission Nouveaux Horizons, 2015

20 miles



NASA

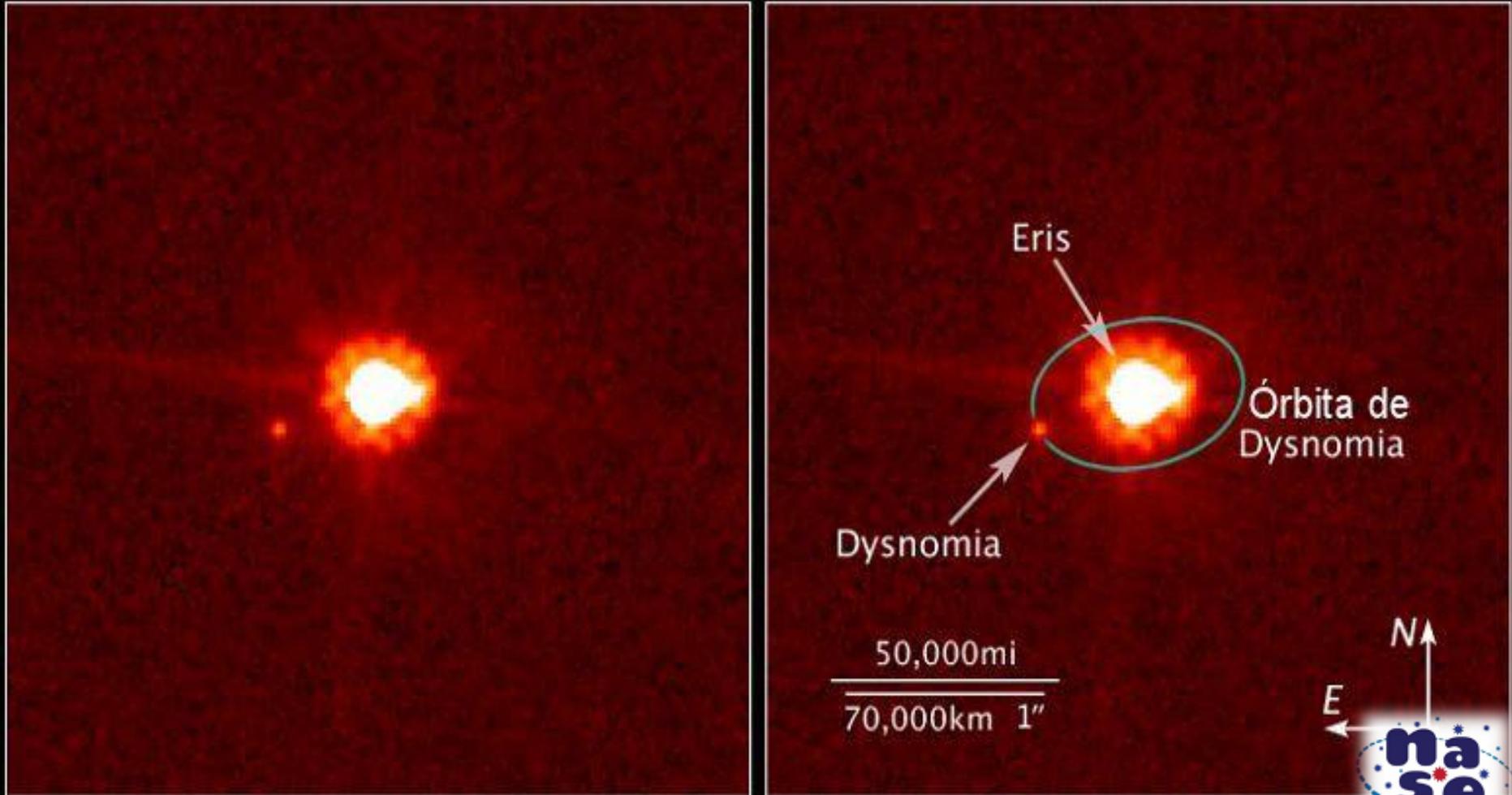
Le survol de Pluton
(14 juillet 2015)
Observation de la
faible atmosphère
d'azote



Découverte d'Eris

Planeta enano Eris y satélite Dysnomia. Agosto 30, 2006.

HST • ACS/HRC



NASA, ESA, and M. Brown (California Institute of Technology)

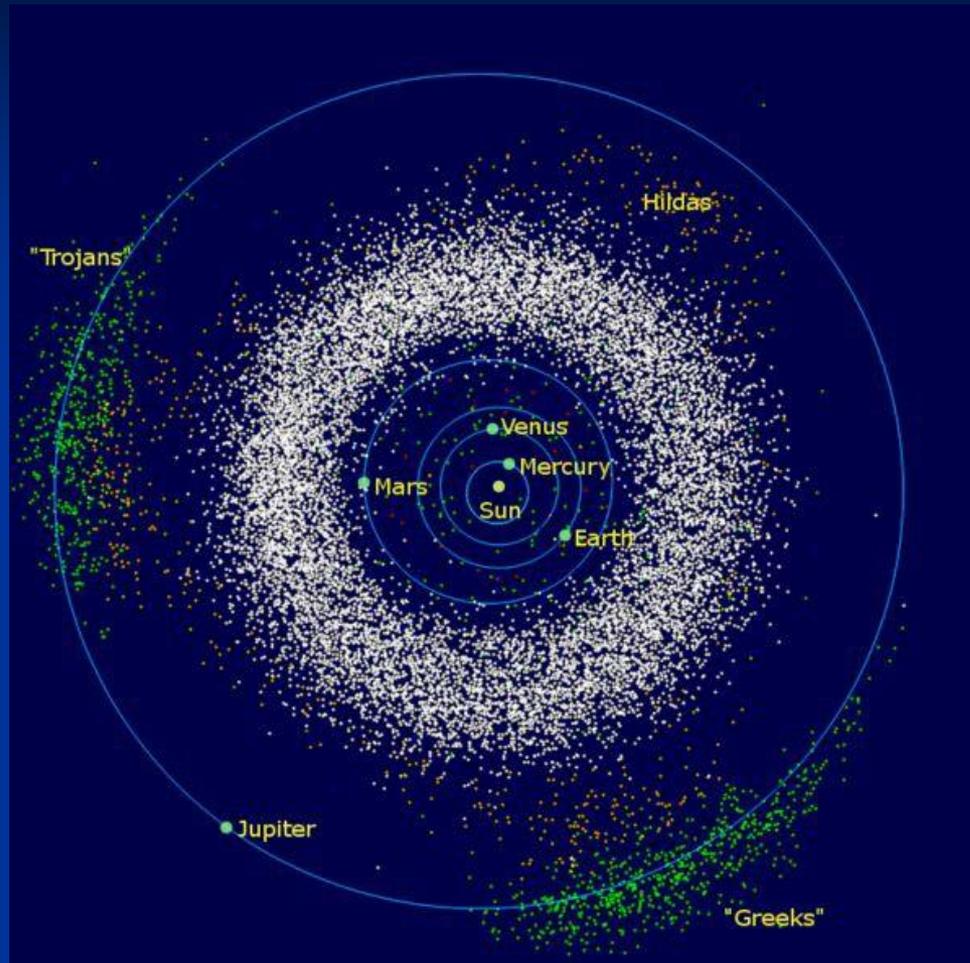
STScI PR06-24

Corps mineurs du système solaire

- Ils sont les restes de l'accrétion planétaire.
- Ils incluent diverses populations d'astéroïdes, de comètes et d'objets transneptuniens.
- Les astéroïdes sont essentiellement rocheux et métalliques, tandis que les comètes sont des objets plus fragiles et poreux, formés essentiellement de glace (principalement d'eau) et de particules de poussière.
- La grande majorité des astéroïdes se trouvent dans une région située entre les orbites de Mars et de Jupiter, connue sous le nom de "ceinture principale d'astéroïdes".
- Les objets transneptuniens contiennent une quantité importante de glace et sont situés dans une région au-delà de l'orbite de Neptune, connue sous le nom de "ceinture transneptunienne" (ou ceinture de Kuiper, en reconnaissance de l'un des premiers qui à
- prédit sa existence).



La Ceinture d'Asteroides Principale



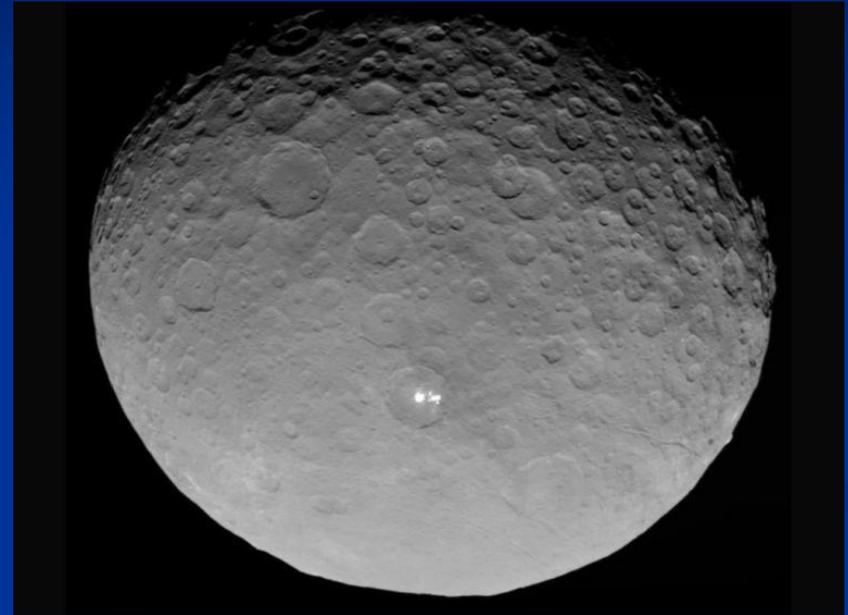
Il y en a des centaines de milliers ou des millions, et la masse totale ne dépasserait pas un millièème de la masse de Terre.

La taille des astéroïdes varie de quelques centaines de km à des mètres et des fractions de m.

Ceres

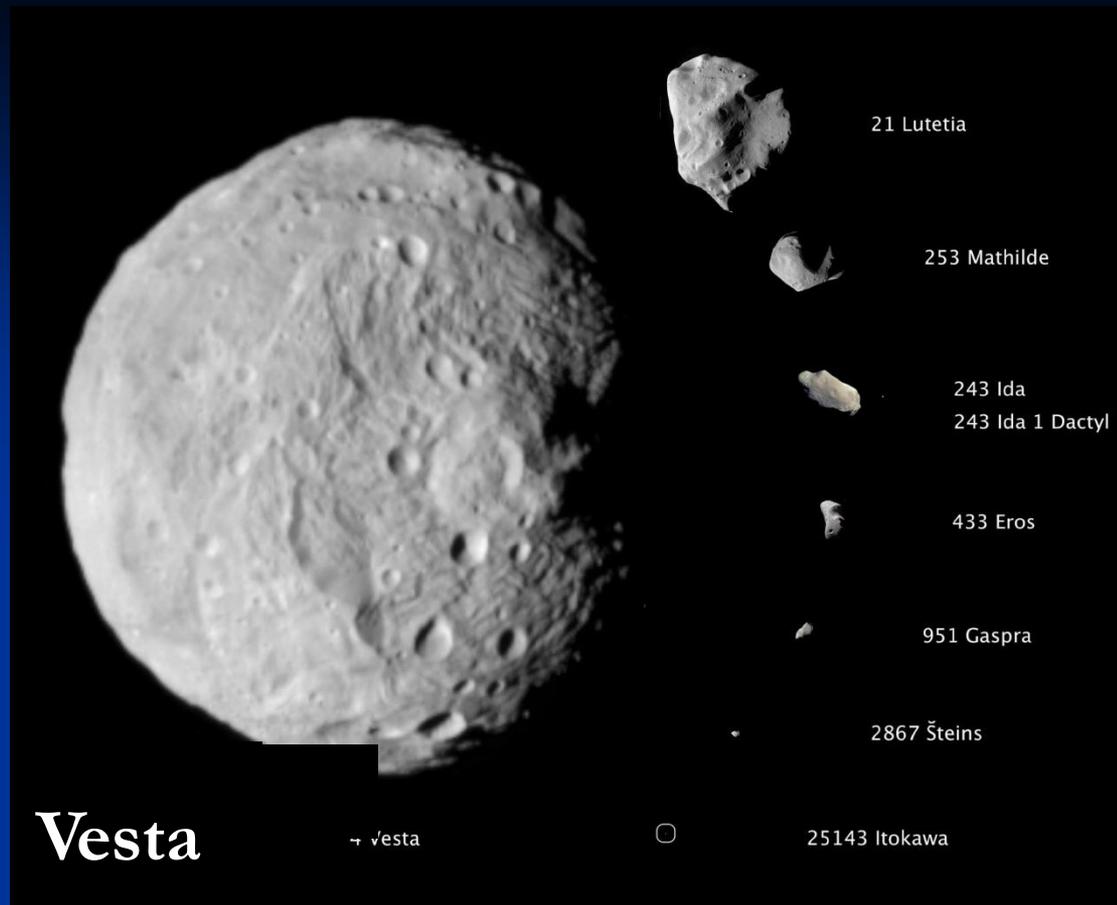
Découvert en 1801 par Giuseppe Piazzi, il fut considéré comme une planète jusqu'en 1850, année où des nombreux autres objets similaires furent trouvés.

C'est le plus grand corps de la ceinture d'astéroïdes et le seul qui a été catalogué en 2006/ , comme une planète naine.



Avec un diamètre de presque 1000 km, il est assez grand pour que son gravité lui donne une forme sphérique.

Tous les autres astéroïdes sont considérés comme de petits corps irréguliers, bien que certains d'entre eux, comme Pallas et Vesta, puissent être classés comme des planètes naines, s'il est démontré qu'ils atteignent l'équilibre hydrostatique.



Pallas



Les réservoirs de corps mineurs dans le SS

Les réservoirs sont des régions relativement stables, où les objets peuvent rester pendant des périodes comparables à l'âge du SS, jusqu'à ce qu'une force perturbatrice change l'orbite.

Il y a trois grands réservoirs dans le SS:

- La **ceinture principale d'astéroïdes**. D'autres populations proviendraient de cette région, telles que les astéroïdes qui s'approchent de la Terre (NEA, acronyme anglais).
- La **ceinture transneptunienne**. C'est la région d'où proviennent les comètes à courte période.
- Le **nuage d'Oort**. Il a une distribution sphérique et est formé par les planétésimaux gelés balayés par les planètes géantes, lors de la formation du SS. Grâce à perturbations dues au passage rapproché des étoiles, des nuages géantes moléculaires ou des marées galactiques, les orbites de certains de ces objets peuvent se transformer en SS. Ils se transformant en
- comètes à longue période.



Données au 17 avril 2019.

Source: NASA / JPL (<https://ssd.jpl.nasa.gov>)

- **Nombre total d'astéroïdes connus: 798 130. Ils comprennent:**
 - **Ceinture principale: 705913**
 - **Chevaux de Troie Jupiter: 7236**
 - **Astéroïdes à orbite interne à Mars: 3573**
 - **NEA: 19996**
 - **Astéroïdes potentiellement dangereux (PHAs): 1973**
- **Cerfs-volants:**
 - **Elliptique: 420 de longue période ($P > 200$ ans) + 860 de courte période ($P < 200$ ans).**
 - **Parabolique: 1837**
 - **Hyperbolique: 347 (origine extrasolaire)**
- **Objets transneptuniens (TNO): 3218**



Ceinture Transneptunienne et Nuage d'Oort



Ceinture
transneptunienne

Les plus
grandes
sont les
planètes
naines.

Nube de Oort
(contiene miles de
millones de cometas)

This diagram shows a large, spherical cloud of comets surrounding the Sun. A blue line points from the text box to a specific region within the cloud. The cloud is depicted as a dense field of small white dots, representing individual comets, arranged in a roughly spherical shape around the central Sun.

Principaux objets transneptuniens



Eris



Plutón



Makemake



Haumea



Sedna



Orcus

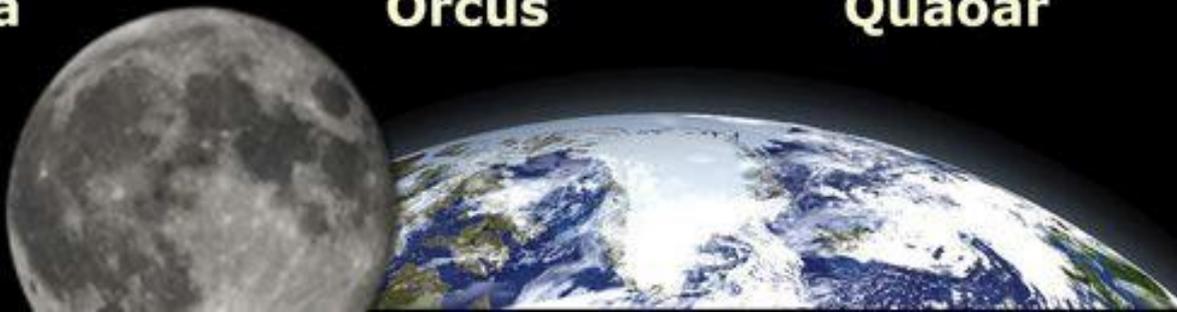


Quaoar



Varuna

Luna



Comètes

- Les comètes sont de petits corps de quelques km composés principalement de matières volatiles (glace à l'eau, dioxyde de carbone, méthane, ammoniac, etc.) et de particules de poussière.
- Quand ils s'approchent du soleil, ils peuvent être visibles
- On pense que H₂O sur Terre pourrait provenir d'eux.



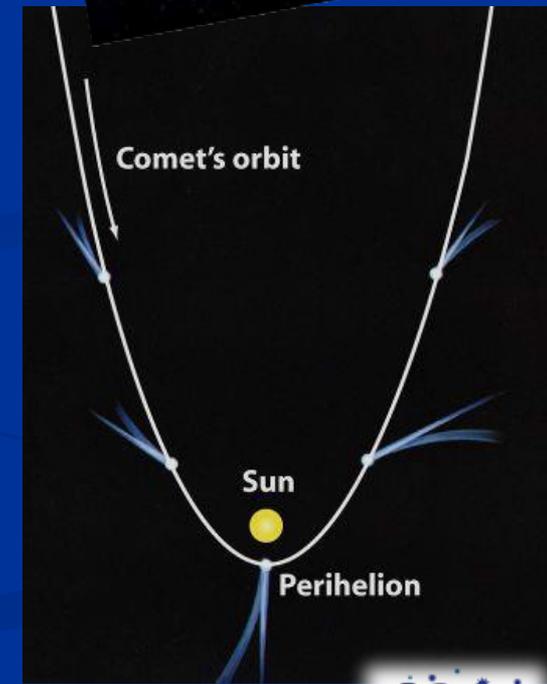
West, 1976



Hale-Bopp, 1997



- En général, les comètes ont des orbites assez excentriques. Ceux de longue période ont des inclinaisons aléatoires et peuvent avoir des orbites rétrogrades ou directes: ceux de courte période ont généralement des inclinaisons petites et leurs orbites sont directes.
- En approchant du Soleil, la glace superficielle de la comète est sublimée en créant un coma ou "cheveu", et les "queues": une queue de poussière formée par des particules de poussière entraînées par le gaz, et une queue ionique formée par les atomes et molécules ionisés qui interagissent avec le vent solaire: la queue de poudre est courbe, tandis que la queue ionique bleuâtre est droite et en face du Soleil



Halley: la plus célèbre des comètes

La comète a été nommée en l'honneur d'Edmond Halley, qui avait prédit sa proximité du Soleil en appliquant la loi de la gravitation universelle et le calcul des perturbations, sans que sa prédiction ne soit confirmée.
Elle revient tous les 76 ans.



Dista.
Time to encour



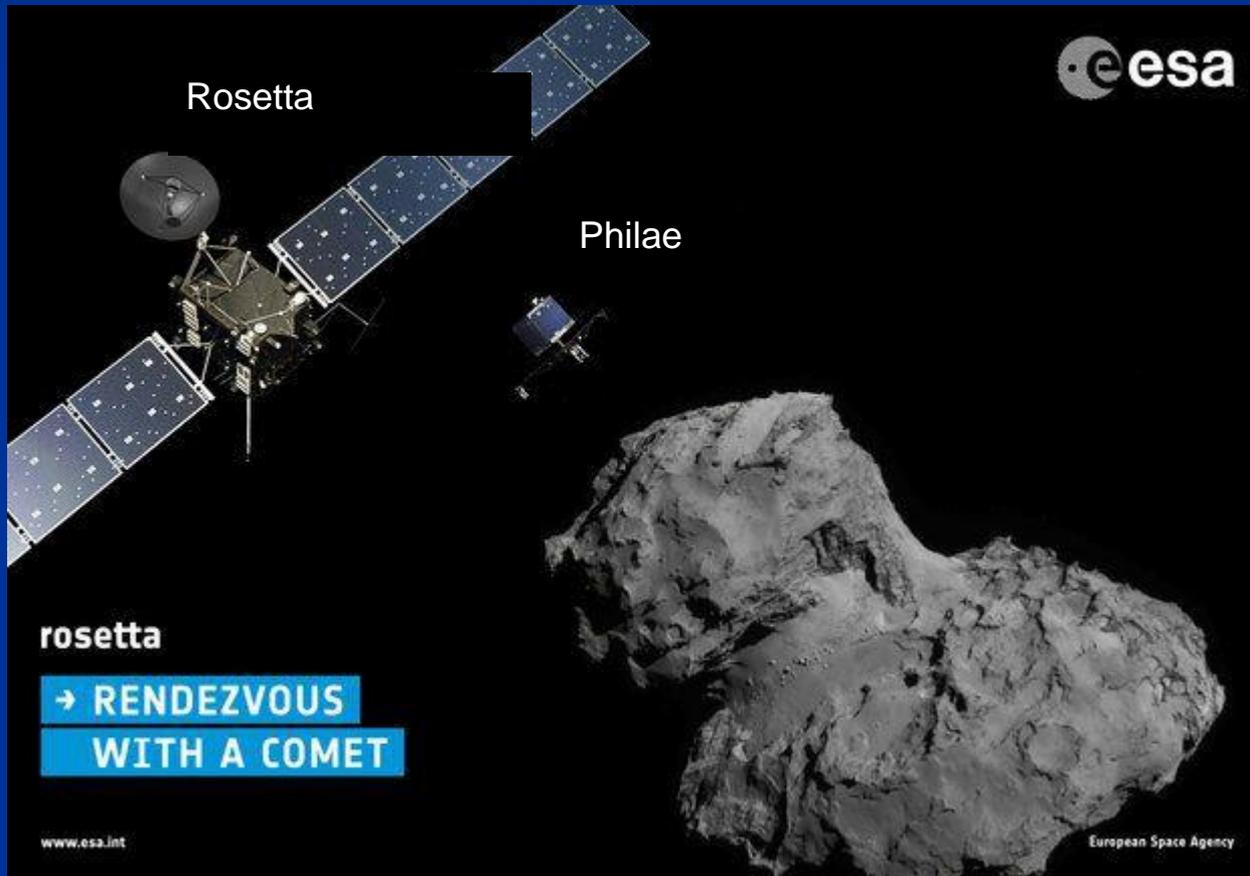
Premierement elle a été visité par la sonde spatiale Giotto en 1986, qui a photographié le noyau.



Mission Rosetta: une rencontre avec la comète

67P/Churyumov-Gerasimenko

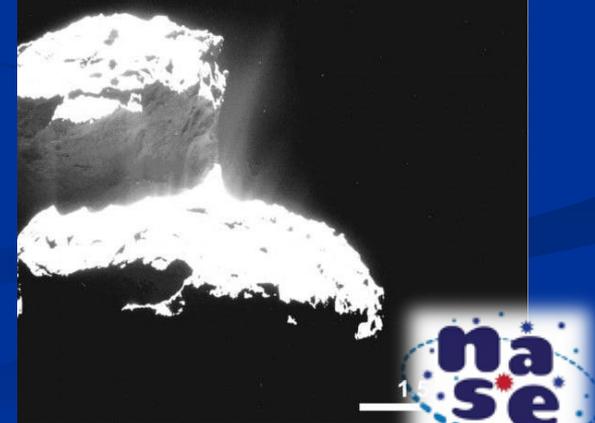
Philae descend sur la comète le 12 nov 2014



Surface de 67P



Activité dans le noyau (septembre 2014)

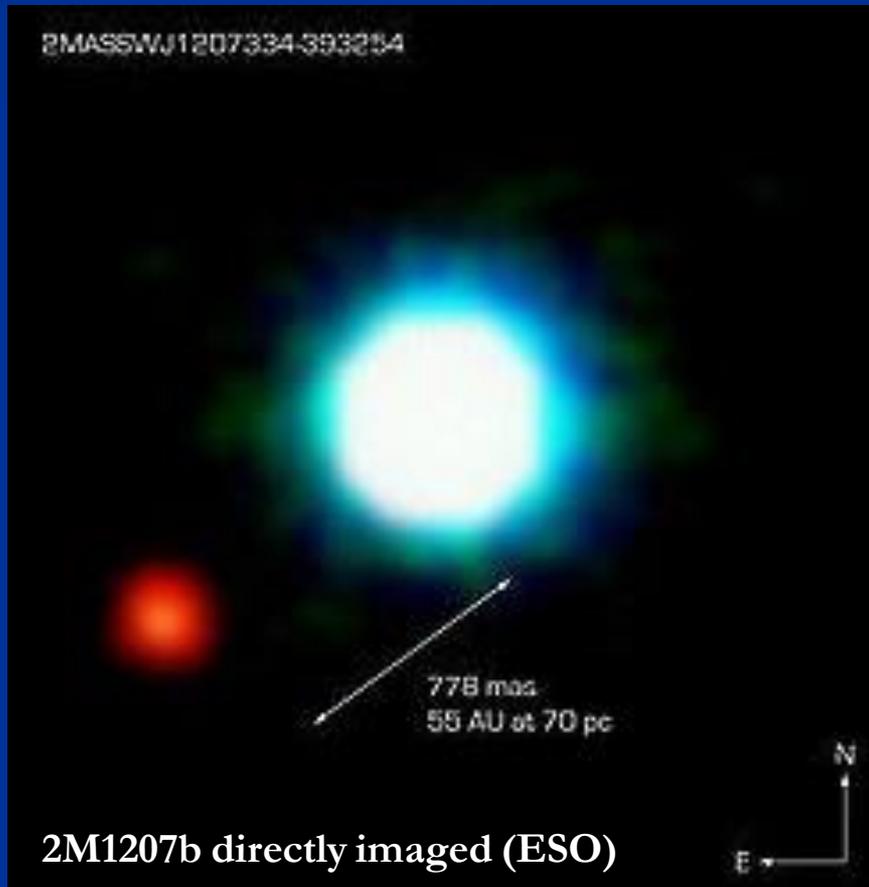


Cámara OSIRIS/ESA

Autres systèmes planétaires



En 1995, les astronomes suisses Michael Mayor et Didier Queloz ont annoncé la détection d'une exoplanète en orbite autour de 51 Pegasi



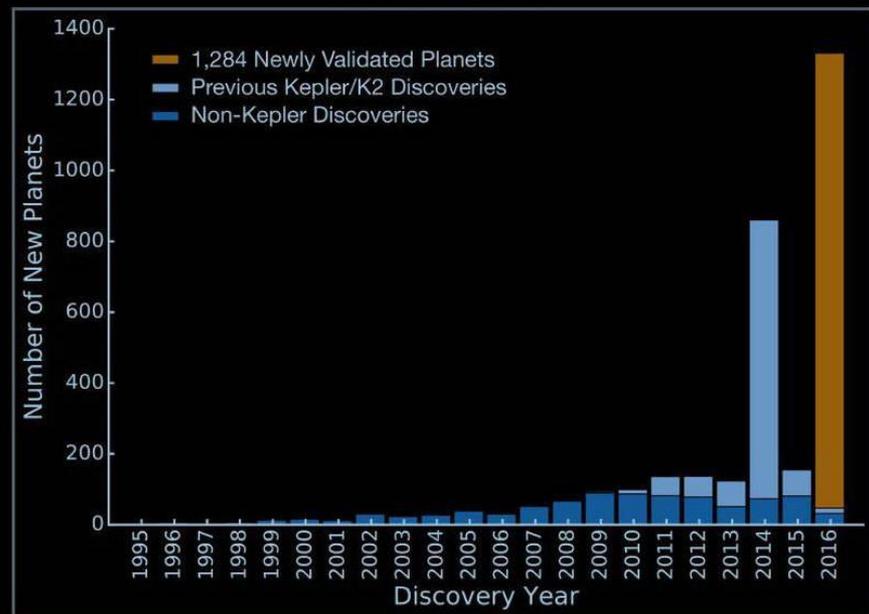
- Cette étoile et sa planète ont été baptisées Helvetios et Dimidio en 2015, après un vote public, promu par l'UAI

1ère photo, exoplanète en orbite autour d'une naine brune 2M1207, le 16 mars 2003



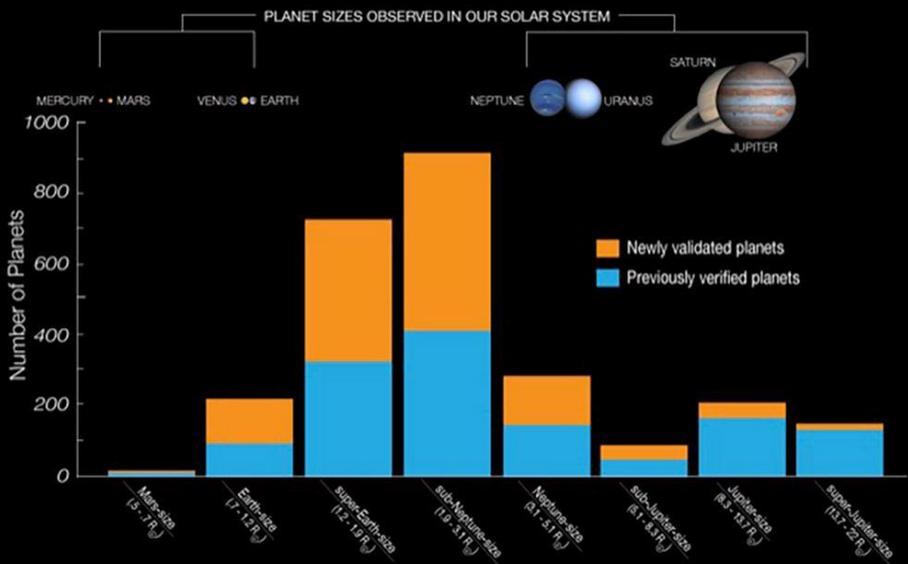
Exoplanet Discoveries Through the Years

As of May 10, 2016



Kepler's Planets by Size

As of May 10, 2016



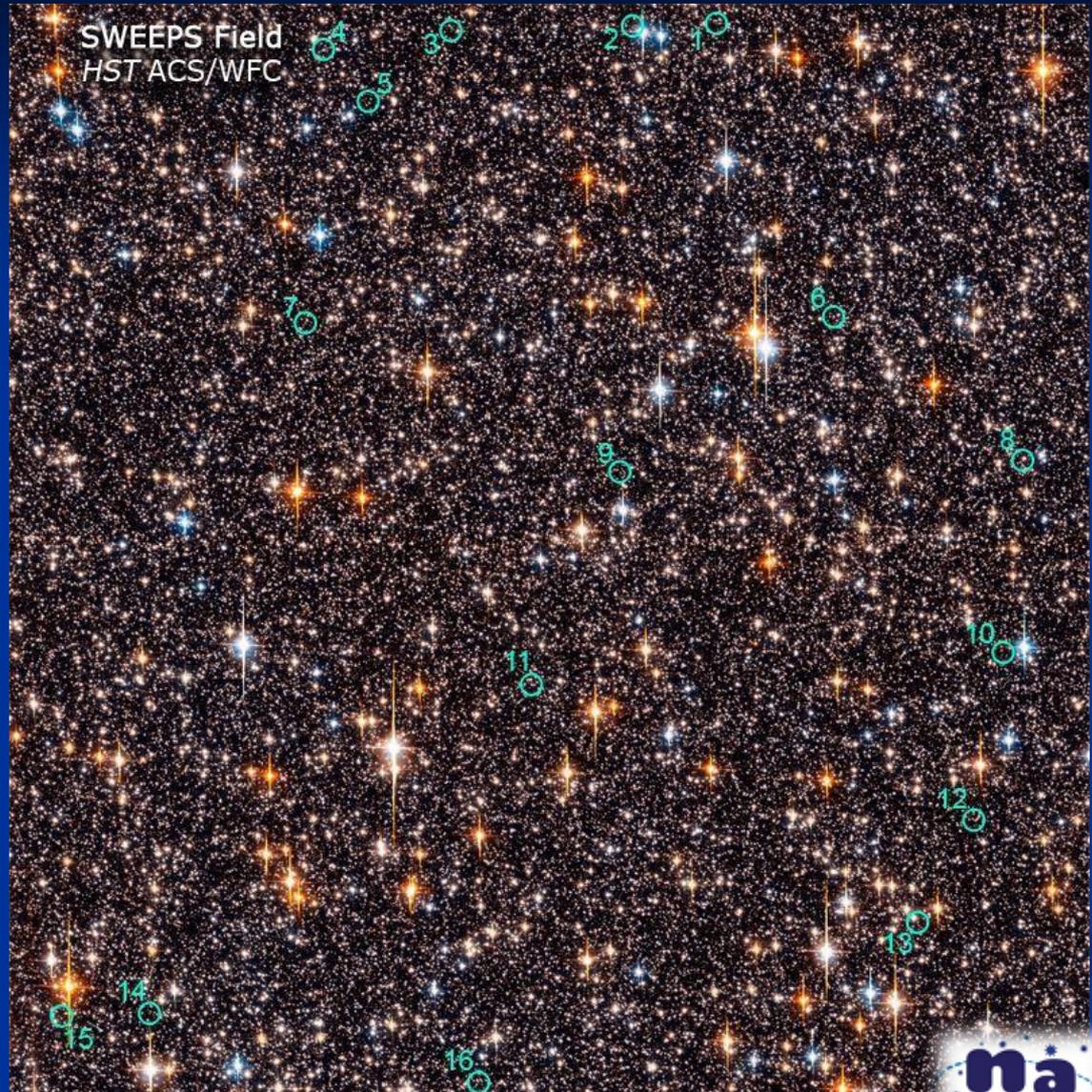
Kepler, (mars 2009) est la première mission de la NASA visant à trouver des planètes potentiellement habitables, de la taille de la Terre.

Le 10 mai 2016, elle a annoncé la plus grande collection d'exoplanètes pour laquelle des nouvelles sont disponibles.

Sur un total d'environ 5 000 candidats, plus de 3 200 ont été vérifiés, dont 2 325 ont été découverts par le télescope de Kepler.



À partir de 2018, le satellite "Transiting Exoplanet Survey" de la NASA utilise la même méthode que le télescope Kepler pour surveiller 200 000 étoiles brillantes à la proximité et pour chercher des planètes, en particulier de la taille de la Terre ou avec des dimensions supérieures (les super-Terre).



Combien d'étoiles ont des planètes?

Combien de ces planètes sont habitables?

Dans combien de ses planètes, une forme de vie a été développée?

Questions auxquelles
l'astronomie cherche à répondre



**Merci beaucoup
pour votre attention!**

