

Les planètes naines du systeme solaire

-Planète :

Corps céleste, en orbite autour du Soleil, Qui a suffisamment de masse pour que sa propre gravité surmonte les forces rigides de corps de sorte qu'elle assume une forme hydrostatique d'équilibre (presque ronde).

Ayant dégagé le voisinage de son orbite

-Planète naine :

Corps céleste, en orbite autour du Soleil, qui a suffisamment de masse pour que sa propre gravité surmonte les forces rigides de corps de sorte qu'elle assume une forme hydrostatique d'équilibre (presque ronde).

N'ayant pas fait place nette dans le voisinage de son orbite

Adoptée le 24 août 2006, cette appellation se justifie par les nombreuses polémiques qui se sont produites au sujet du classement de certaines planètes, tels Pluton, qui se différenciait mal des plus gros astéroïdes. Sont aujourd'hui considérées comme planètes naines trois astres, à savoir (en ordre décroissant de taille) Éris, Pluton (ancienne planète) et Cérès (astéroïde), et ce sont ensuite ajoutés MaKemake et Haumea.

Aujourd'hui L'union astronomique internationale a confirmé 5 planètes naines, mais il y a autour plus de 300 corps qui pourraient intégrer cette catégorie. Parmi ces objets, il y a : 2007 or 10, Quaoar, Sedna, 2002Ms4, Orcus, Salacie, 2013FY27, 2002AW197, 2003AZ84, Varda, UZ224, 2004GV9, 2005RN43, Varuna, 2002UX25, 2014EZ51, 2010RF43, 2015RR245, 2015KH162, Ixion, 2010KZ39, 2012VP113, 2014WK509, Chaos, 2007UK126, 2005UQ513 et aussi Charon

Les planètes naines sont de types différents

Aujourd'hui L'union astronomique internationale a définie quatre types de planètes naines et un nouveau type pourrait apparaître (objets détachés).

- Astéroïdes (ex : Cérès)
- Plutinos(ex :Pluton)
- Cubewanos (ex :Makemake et Haumea)
- Objet épars (ex :Eris)
- Objet détachés (ex : la candidate au rang de planète naine, Sedna)

Les planètes naines potentielles

Parmi tous les candidats potentiels, 7 font plus de 800 km et sont très probablement des planètes naines :

Nom	Type	Diamètre moyen (km)
2007 OR	Objet épars	875 à 1 400
Charon	Plutino	1 207± 3
Quaoar	Cubewano	~ 1 250
Sedna	Détaché	995
Orcus	Plutino	946
2002 MS	Cubewano	~ 900
Salacie	Cubewano	~ 900

Voici les cinq planètes naines reconnues :



Cérès



Pluton



Hauméa



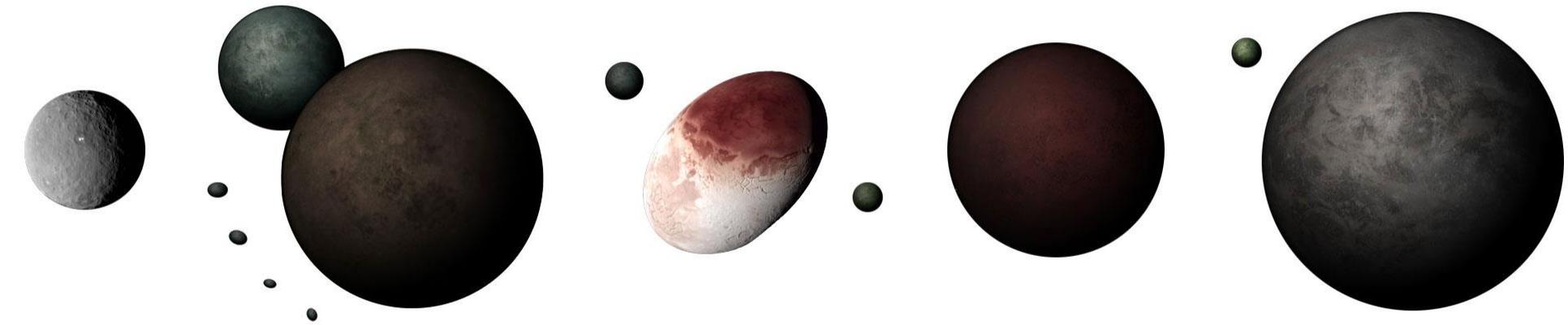
Makémaké



Éris

Nom	Type	Diamètre moyen (km)	Localisation
Cérès	Astéroïde	952,4 ± 3,6	Ceinture d'astéroïdes
Pluton	Plutino	2 306 ± 20	Système solaire externe / Ceinture de Kuiper
Hauméa	Plutino	~ 1 430	Ceinture de Kuiper
Makémaké	Cubewano	~ 1 430	Ceinture de Kuiper
Éris	Objet épars	2 326 ± 12	Ceinture de Kuiper

Malgré tout certaines ont beaucoup de points communs avec les planètes comme des satellites



A l'heure actuelle, Pluton possède 5 satellites : Charon, Nix, Hydra, Styx et Kerberos.

La planète naine Hauméa est aussi singulière avec sa forme ovale et ses 2 satellites : Namaka et Hi'laka.

La planète naine Eris semble elle aussi posséder un petit satellite : Dysnomia.

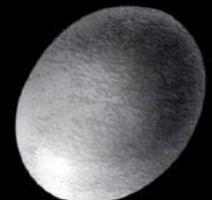
Les deux autres ne semblent pas en avoir.

Ceinture principale d'astéroïdes

Ceinture de Kuiper

Disque des objets ép

CC Omnidoom 999



Cérès
 Découverte : 1801
 Diamètre : 950 km
 Orbite :
 $a \approx 2,77$ UA
 $Q \approx 2,99$ UA; $q \approx 2,54$ UA
 $P_{rev} \approx 4,6$ années

Géologie :
 $M \approx 9,5 \times 10^{20}$ kg
 Croûte \in argiles et carbonates
 Atm. : ténue, de vapeur d'eau

Pluton
 Découverte : 1930
 Diamètre : 2306 km
 Orbite :
 $a \approx 39,44$ UA
 $Q \approx 49,2$ UA; $q \approx 29,57$ UA
 $P_{rev} \approx 247,74$ années

Géologie :
 $M \approx 1,31 \times 10^{22}$ kg
 Croûte \in 98% glace d'azote, dépôts de tholins
 Atm. : mince, 90% d'azote, 10% monoxyde de carbone, traces de méthane

Haumée
 Découverte : 2004
 Diamètre : 1960 - 2500 km
 Orbite :
 $a \approx 43,28$ UA
 $Q \approx 51,54$ UA; $q \approx 35,02$ UA
 $P_{rev} \approx 284,76$ années

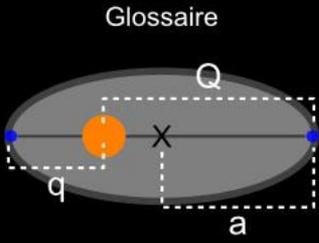
Géologie :
 $M \approx 4,2 \times 10^{21}$ kg
 Croûte \in 70% de glace d'eau, 30% inconnue
 Atm. : aucune

Makémaké
 Découverte : 2005
 Diamètre : 1200 - 1900 km
 Orbite :
 $a \approx 45,64$ UA
 $Q \approx 52,57$ UA; $q \approx 38,71$ UA
 $P_{rev} \approx 308$ années

Géologie :
 $M =$ inconnue
 Croûte \in glace de méthane et d'azote
 Atm. : possible

Eris
 Découverte : 2005
 Diamètre : 2400 km
 Orbite :
 $a \approx 67,67$ UA
 $Q \approx 97,56$ UA; $q \approx 37,77$ UA
 $P_{rev} \approx 557$ années

Géologie :
 $M \approx 1,6 \times 10^{22}$ kg
 Croûte \in glace de méthane
 Atm. : fine, probablement d'azote



(a) Demi grand-axe : le "rayon" le plus long d'une ellipse
 (Q) Aphélie : point de l'orbite où l'objet est le plus éloigné du Soleil
 (q) Périhélie : point de l'orbite où l'objet est le plus proche du Soleil
 (UA) Unité Astronomique : unité de valeur basée sur la distance de la Terre au Soleil

! Aucune des représentations ne sont à l'échelle



Infographie réalisée par sci-and-fi.com
 Références et crédits visuels dans le billet

www.facebook.com/sci.and.fi.blog
 @Sci_and_Fi

Localisation des planètes naines dans le système solaire

Cérès



Cérès

Découverte : 1801

Diamètre : 950 km

Orbite :

$a \approx 2,77$ UA

$Q \approx 2,99$ UA; $q \approx 2,54$ UA

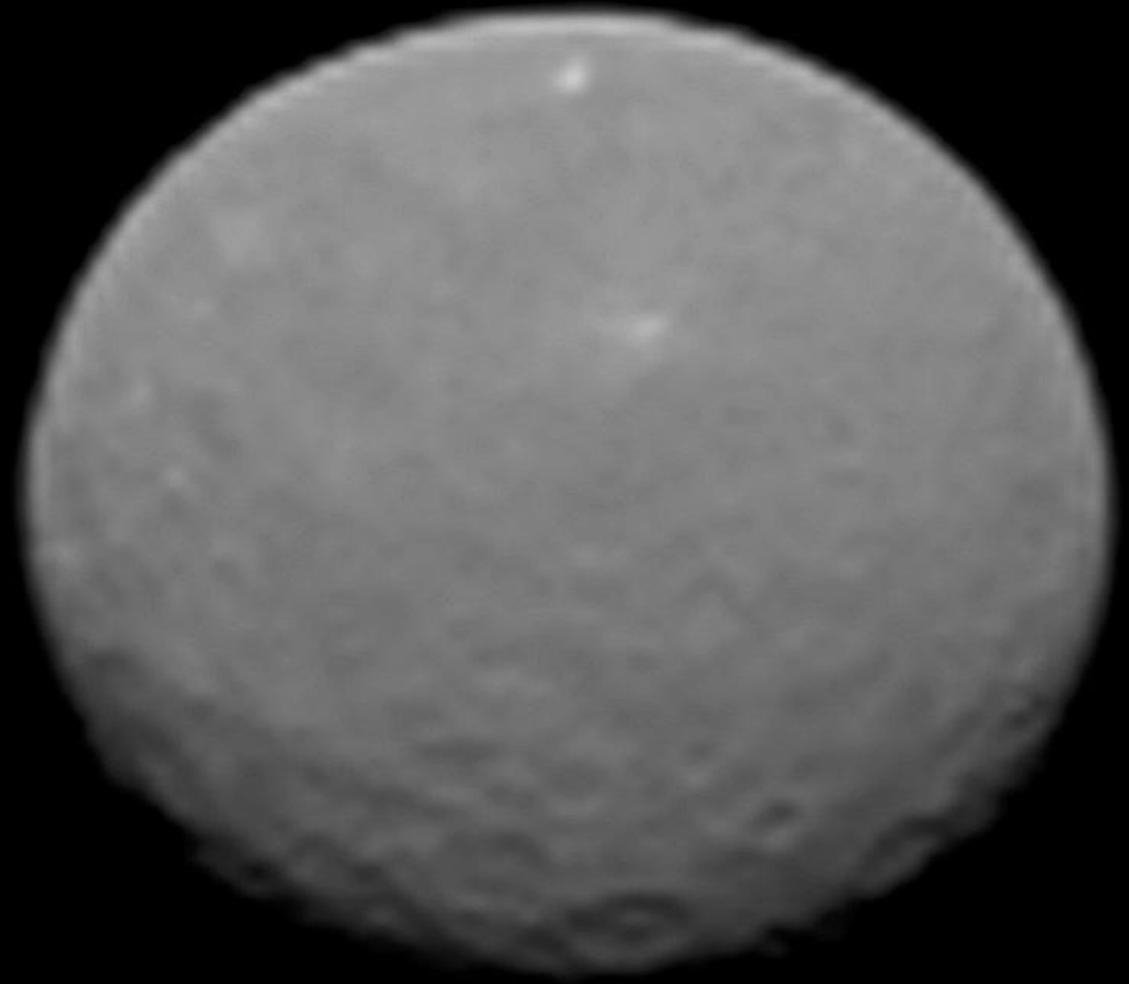
$P_{\text{rev}} \approx 4,6$ années

Géologie :

$M \approx 9,5 \times 10^{20}$ kg

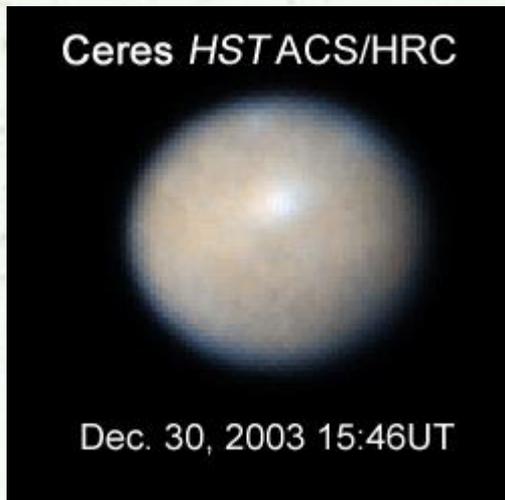
Croûte \in argiles et carbonates

Atm. : ténue, de vapeur d'eau

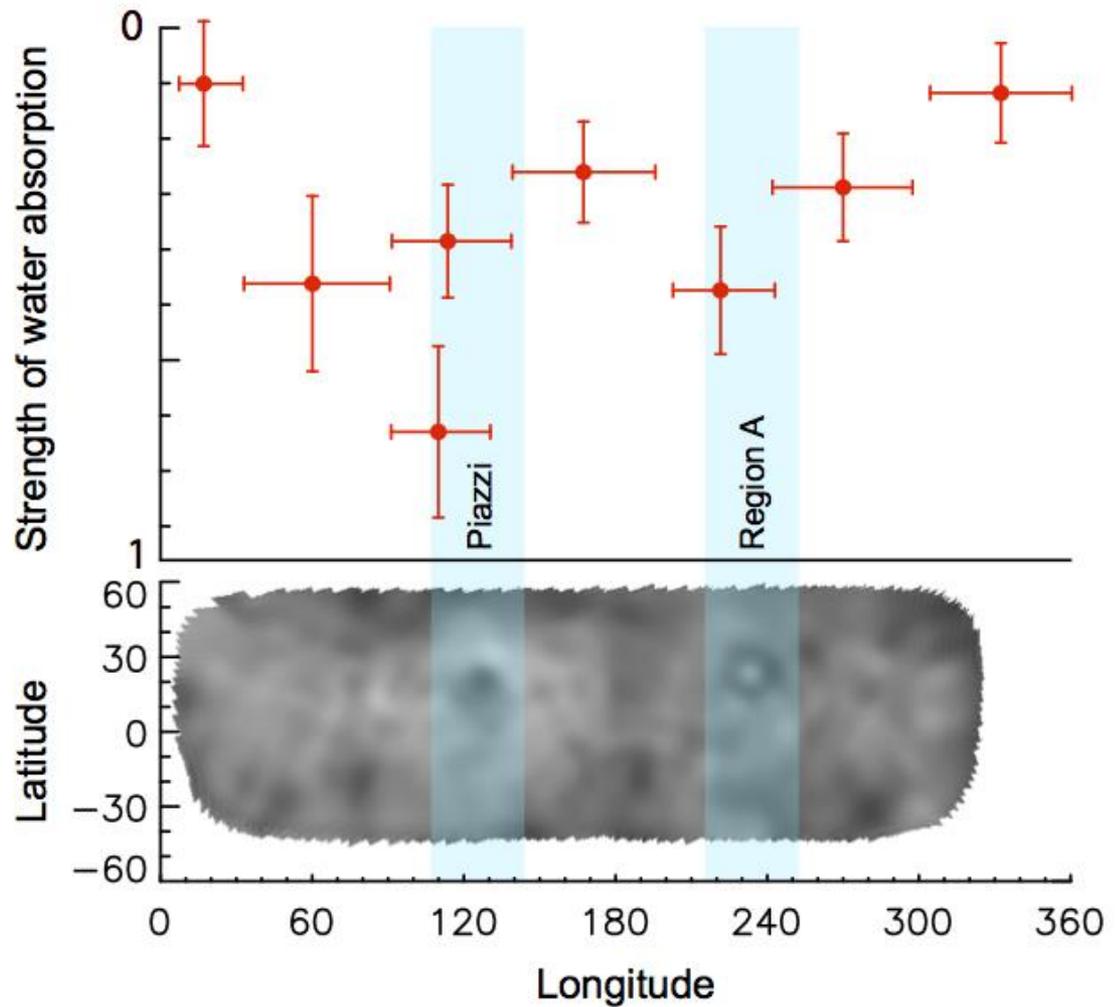


Avant la venue de la sonde Dawn, on ne savait que peu de choses.

On avait quand même découvert que des jets de vapeur étaient émis par Cérès, ce qui avait beaucoup surpris les scientifiques. C'est le télescope spatial Herschel qui avait découvert pour la première fois des traces tangibles de vapeur d'eau dans deux régions de Cérès.



Portrait de Cérès par Hubble

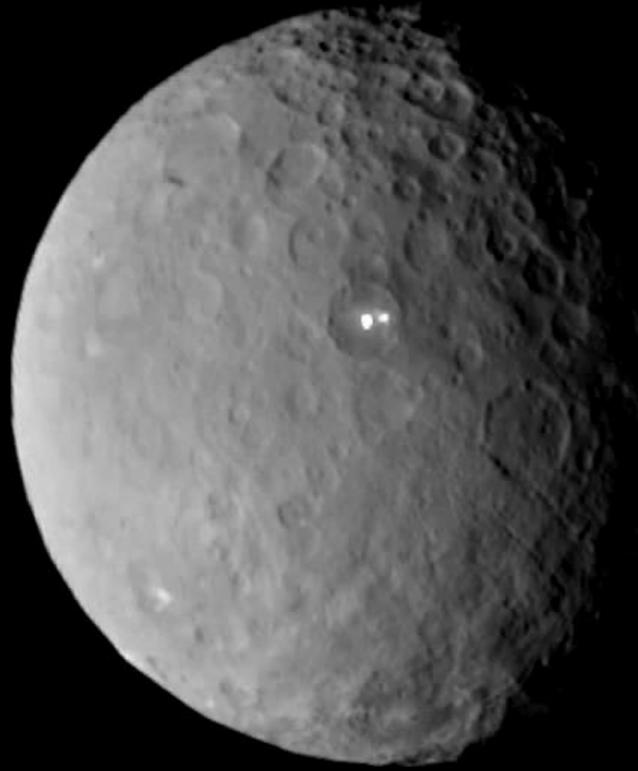


Taches sombres qui seraient à l'origine des émissions de vapeur d'eau de Cérès observées avec Herschel



Voici une photo des jets de vapeur prise fin 2012.
Curieusement ces jets semblent venir des cratères lumineux.

Feb. 19, 2015

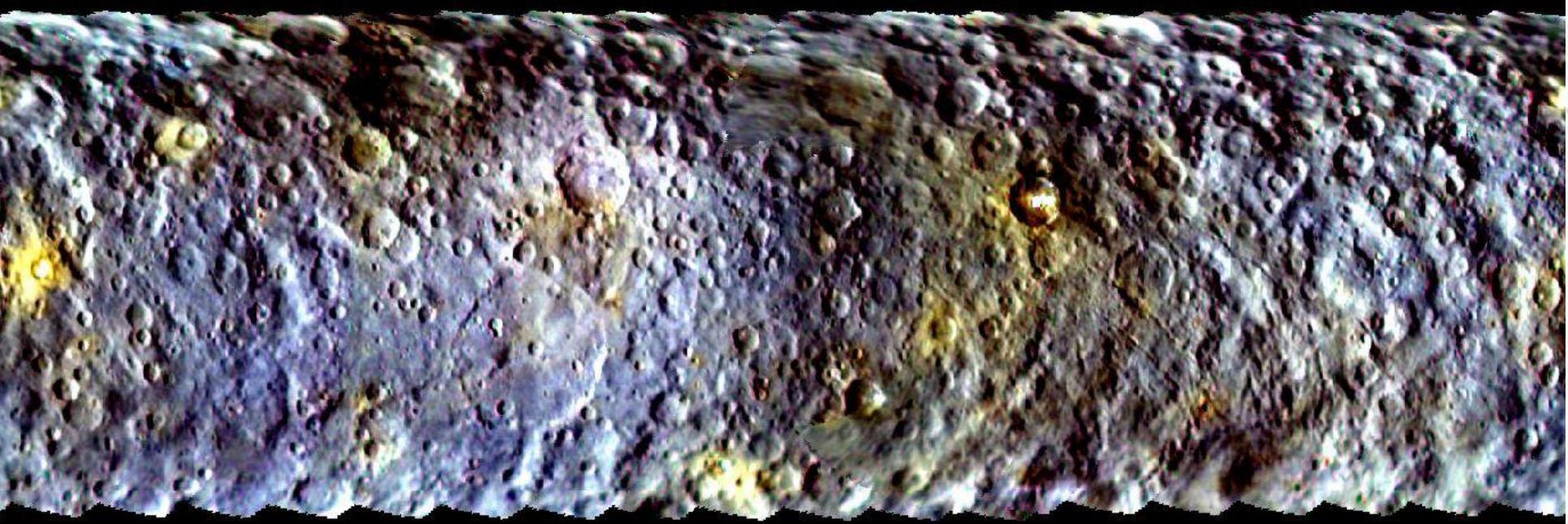


Dawn est arrivé le 6 mars 2015 près de Cérès, mais déjà quelque temps avant des points lumineux apparaissaient à sa surface.

Ce fut la première surprise

Et le 19 février l'un de ces points était apparu double.

La deuxième fut la diversité des terrains

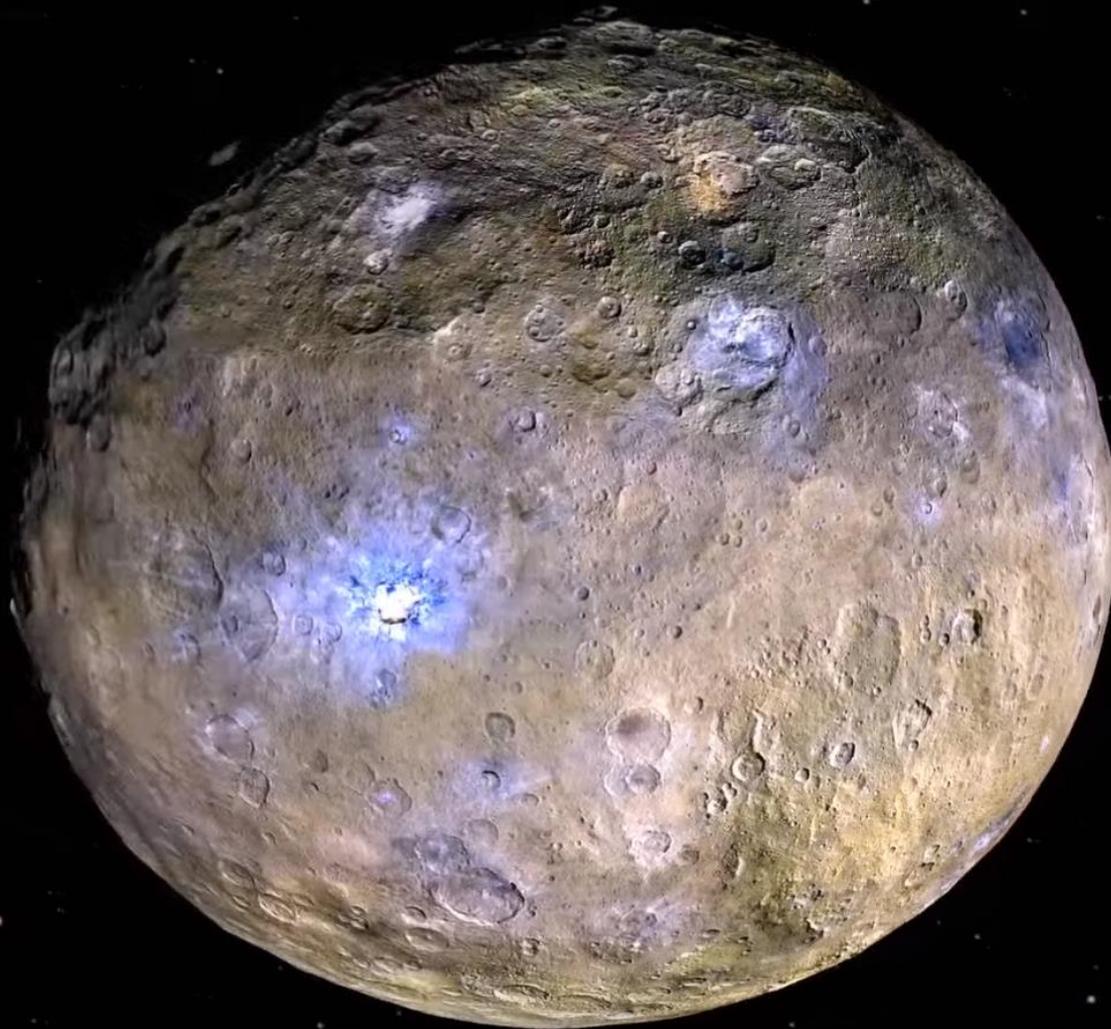


Cette carte en fausses couleurs de la surface de Cérés a été tracée à partir de données acquises par la sonde Dawn en février 2015. Elle montre la diversité des éléments qui composent la surface de cette planète naine.



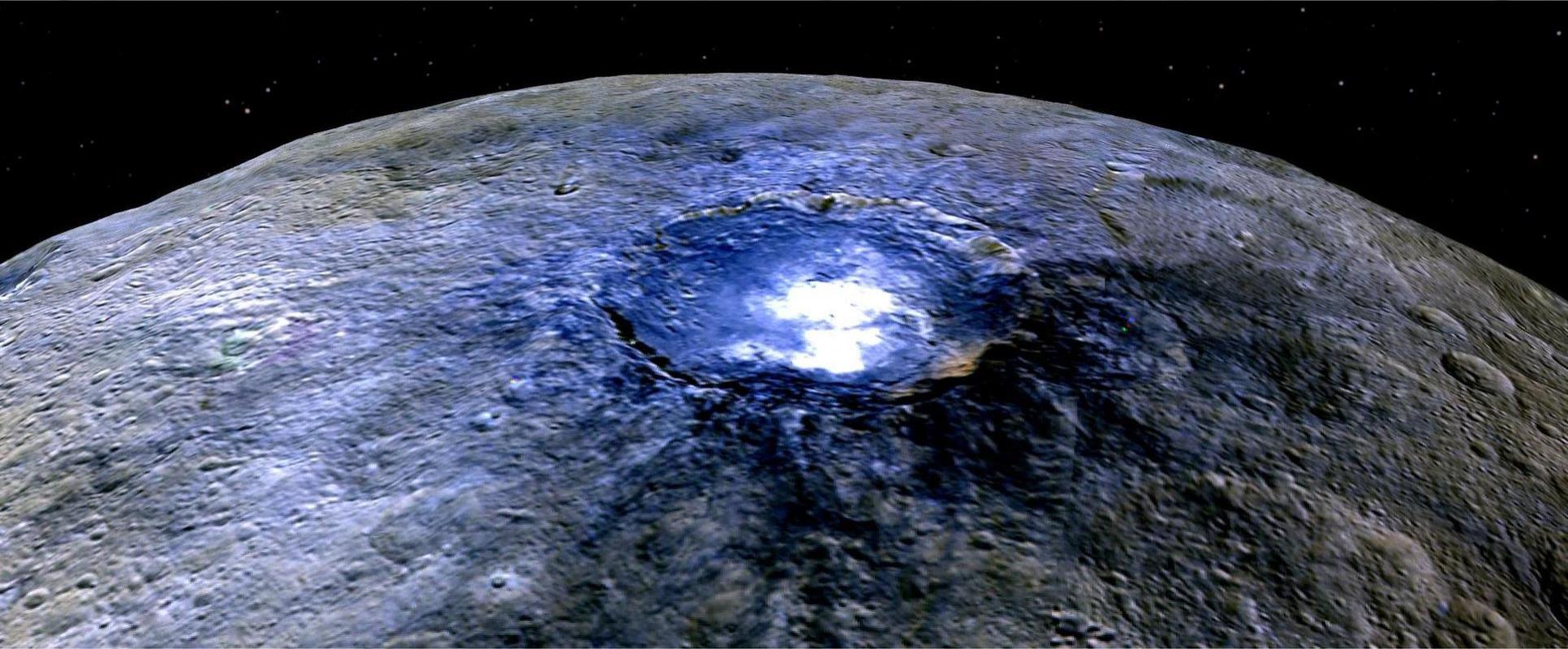
De plus, selon la longueur d'onde, certains des curieux points lumineux prennent des aspects différents. On voit ici, observées dans le visible et dans l'infrarouge par l'instrument VIR, les taches Spot 1 (en haut) et Spot 5 (en bas). Conclusion : Spot 1 est plus froid que la région qui l'entoure alors que Spot 5 est à la même température.

Cérès (940 km) en fausses couleurs. Les nuances de bleu indiquent les matériaux les plus réfléchissants. Parmi les plus brillants, le cratère Occator. © Nasa, JPL-Caltech, UCLA, MPS, DLR, IDA



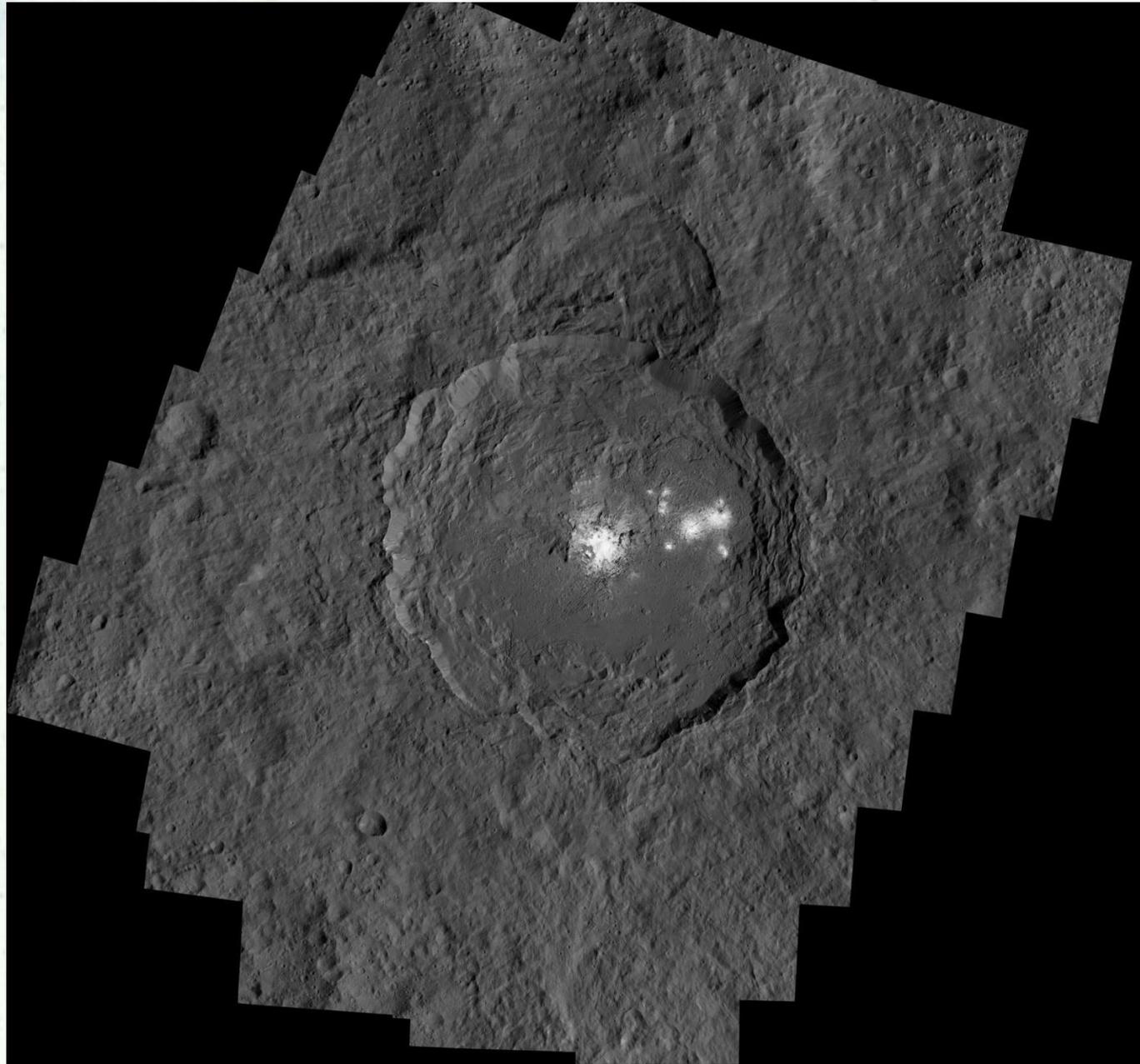
On pense maintenant que les énigmatiques taches très brillantes sont faites de sel, plus précisément d'hexahydrate (*on connaît un de ses cousins : le sel d'Epsom*), une forme de sulfate de magnésium avec de l'ammoniac.

Or, cette molécule n'a pu se condenser que dans des régions lointaines du Système solaire, ce qui soulèverait un intéressant problème : Cérès se serait peut-être formée bien plus loin du Soleil...

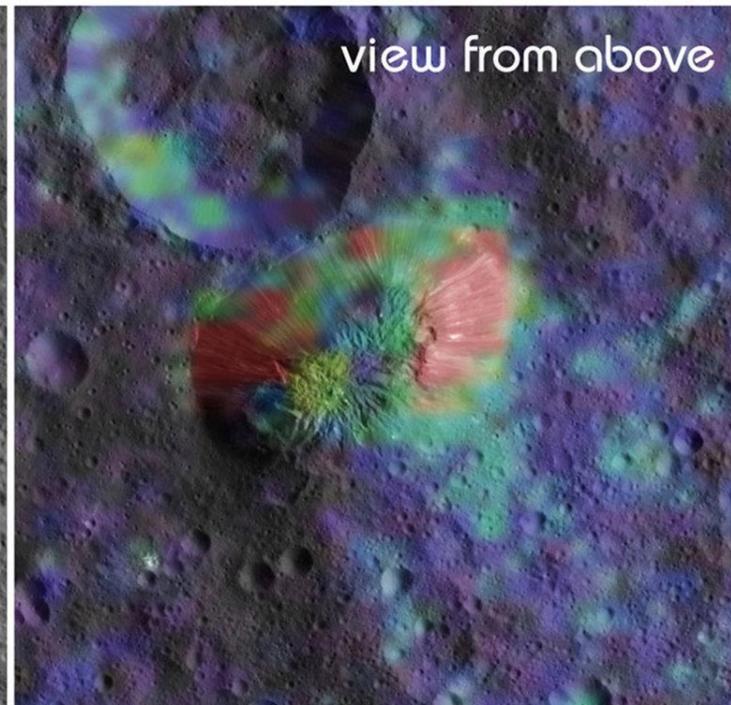
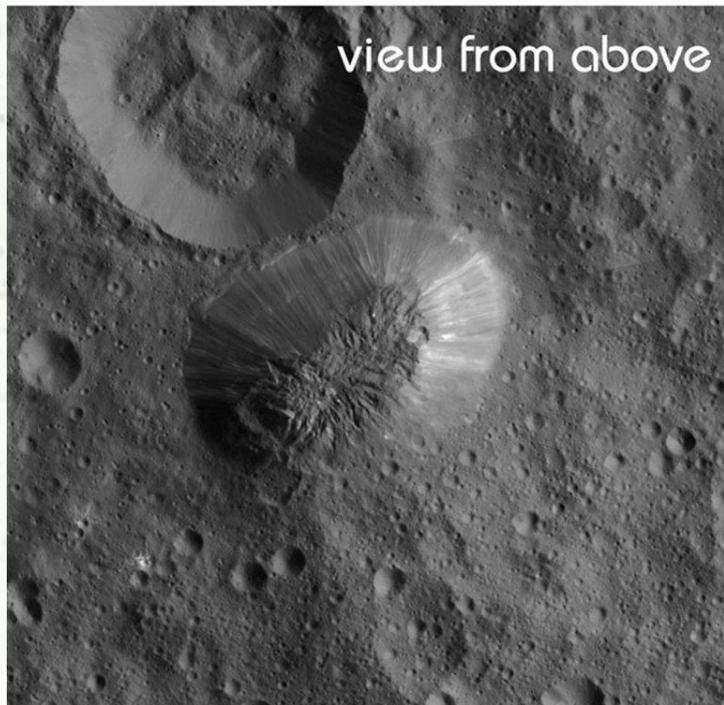
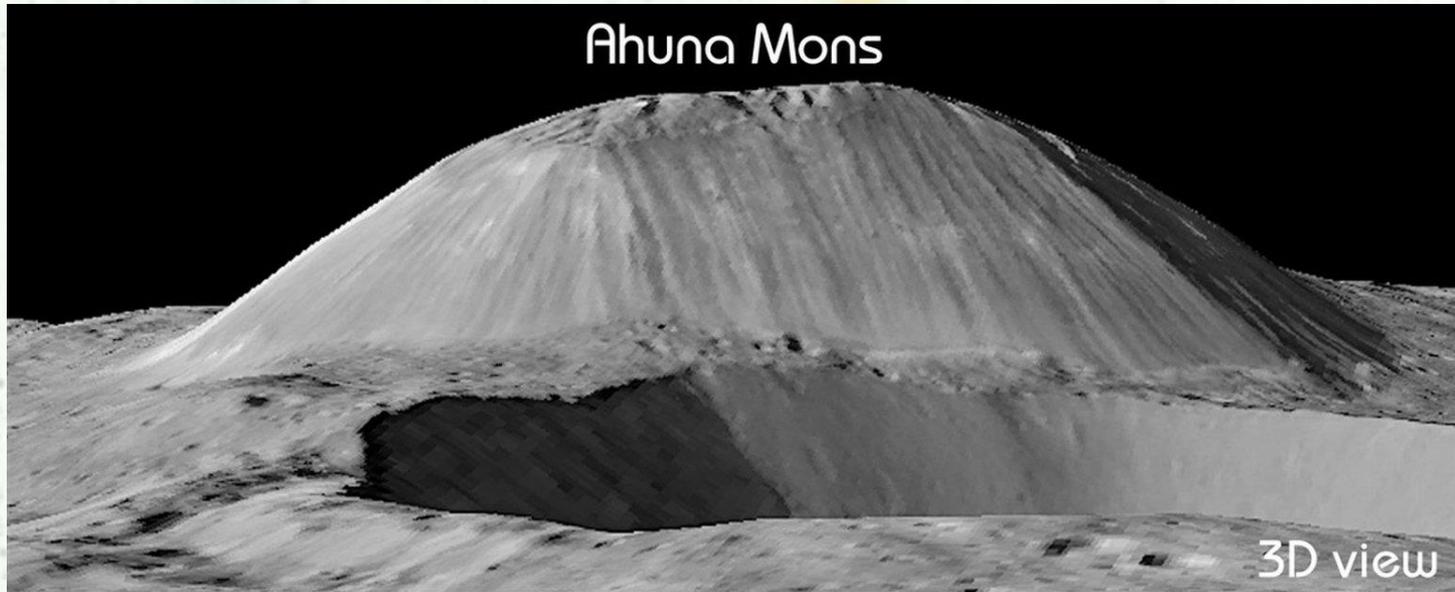


Ce cratère (Occator) est le plus brillant donc semble-t-il le plus jeune (78 millions d'années). De plus on a observé une forme de « dégazage de comète » quand le cratère est au Soleil, quand la température monte à 50°C. Il y a donc peut-être une couche sous-jacente de sel et peut-être de la glace d'eau salée.

Comme toutes les planètes Cérès a des cratères d'impact, plus ou moins important, ici Occator.



Et il y a une montagne, Athuna Mons, qui serait un cryovolcan



Sur Cérès, la glace d'eau est partout, juste sous la surface

Il y a de la glace d'eau partout, sur et dans Cérés, mais pas de façon continu.

De plus il semble que la couche supérieure a été altérée par de l'eau liquide...

Ce serait possible grâce à l'énergie dégagée par la désintégration d'éléments radioactifs au commencement.



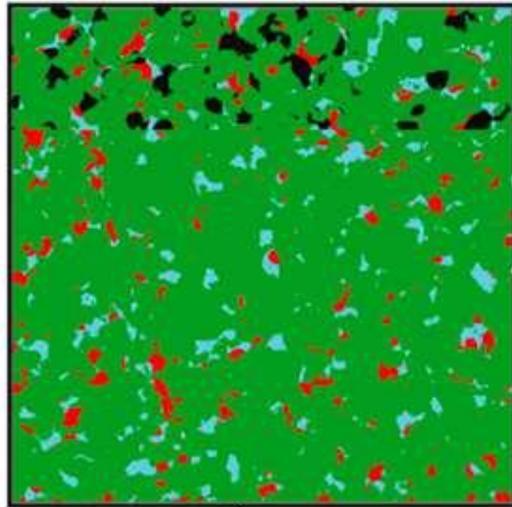
Il y a aussi de l'eau
dans les cratères
toujours à l'ombre.
Mais est-ce la
même eau que
celle de l'intérieur
ou est-elle tombée
sur Cérés par
l'intermédiaire des
astéroïdes ou
comètes



La planète naine Cérès serait née au-delà de Neptune

Surface
(observée)

Sous-surface
(prédite)



■ Poussière anhydre riche en pyroxène

■ Poussière hydratée

■ Carbonate

■ Glace d'eau

Composition de surface et structure interne de la planète naine Cérès. La surface apparaît comme un mélange de poussières anhydres (pyroxène), vraisemblablement exogènes, et de poussières hydratées endogènes (phyllosilicates, carbonates). Les modèles prédisent également la présence d'un noyau rocheux.

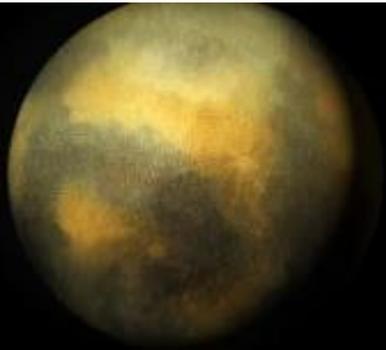


Cérès
D ~ 940 km

Flight Over Ceres



Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



Pluton

Découverte : 1930

Diamètre : 2306 km

Orbite :

$a \approx 39,44$ UA

$Q \approx 49,2$ UA; $q \approx 29,57$ UA

$P_{rev} \approx 247,74$ années

Géologie :

$M \approx 1,31 \times 10^{22}$ kg

Croûte \in 98% glace

d'azote, dépôts de tholins

Atm. : mince, 90% d'azote,
10% monoxyde de carbone,
traces de méthane



Pluton

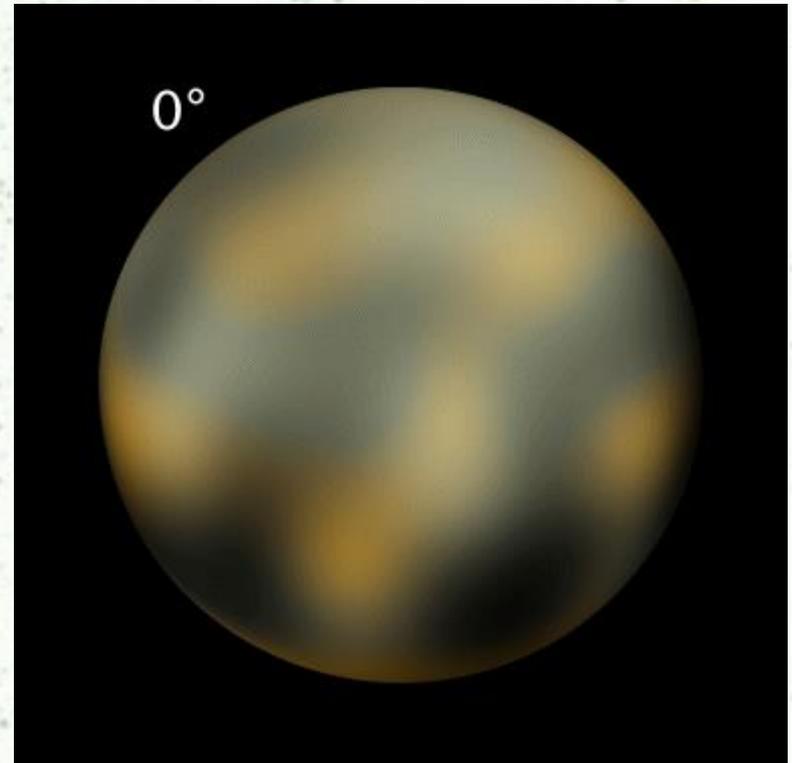
Un peu d'histoire

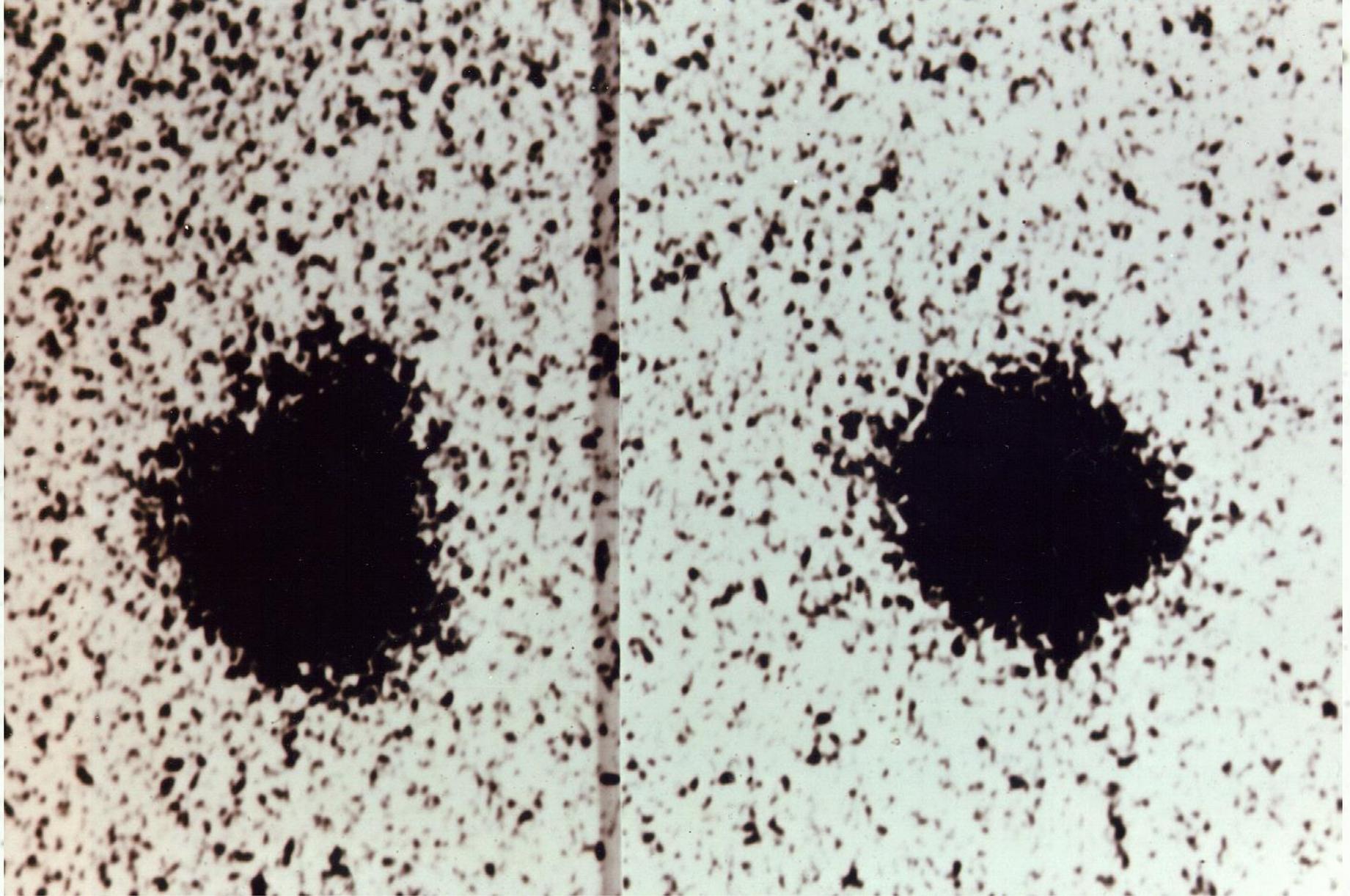
Pluton fut découverte en 1930 par Clyde William Tombaugh, grâce à la comparaison de deux photos. En fait il était à la recherche d'une planète X qui perturbait les orbites de Neptune et Uranus.

Par contre elle n'était pas assez grosse pour expliquer les perturbations.

Les scientifiques ne trouvant rien d'autre que des astéroïdes et des comètes en déduisent qu'il doit y avoir un grand nombre de ces petits corps. C'est la découverte de la ceinture de Kuiper (Gérard Kuiper) en 1940, 1950.

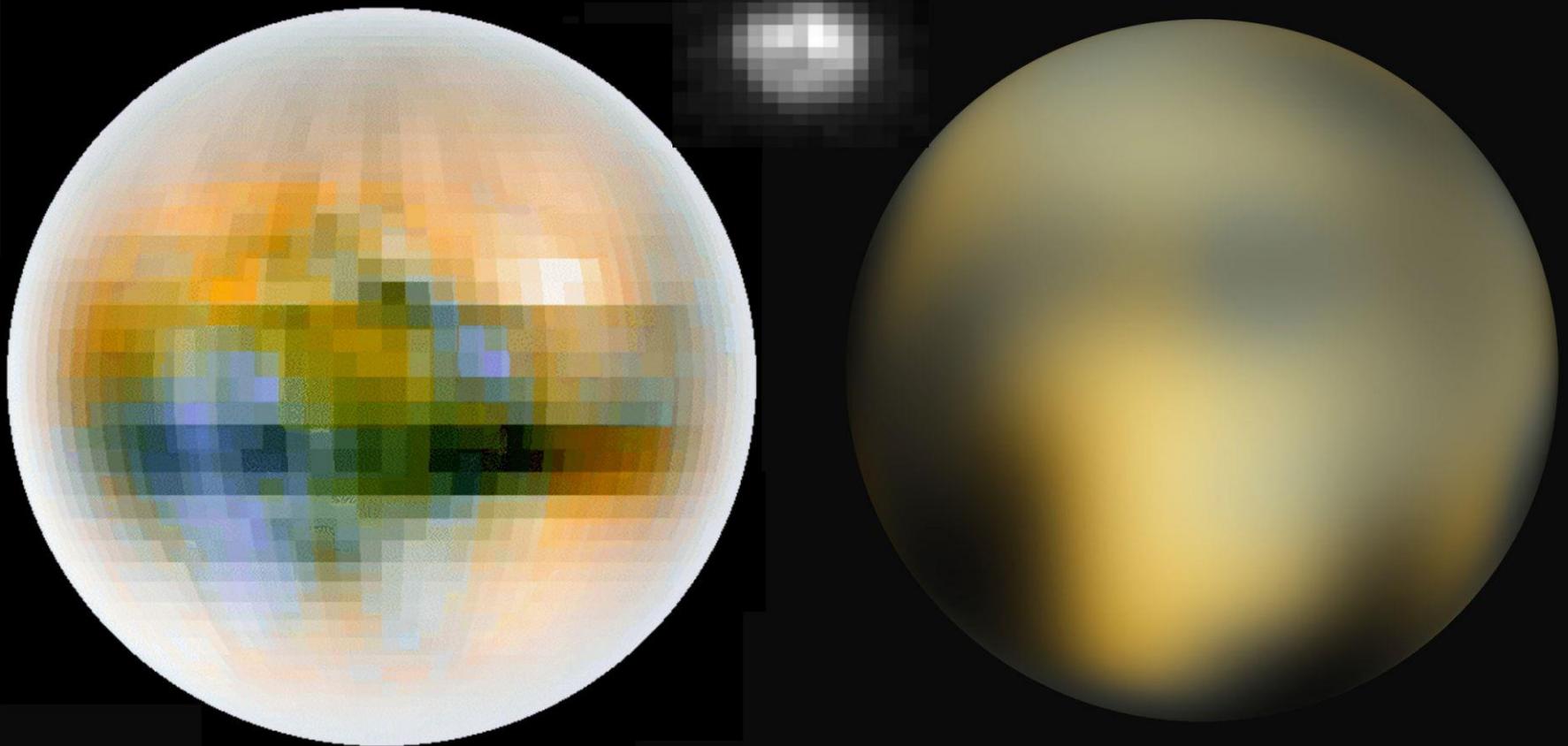
Animation d'après des photos de Hubble





Deux photos de « Pluton » en 1978. En fait la bosse a montré qu'elles étaient deux.

Jusqu'à l'arrivée de New-Horizons aux alentours de Pluton, il n'existait pas de meilleure image que celles fournies par Hubble.



- **1) À l'arrivée de New-Horizons**, toute l'équipe fut d'abord frappée et « *surprise par la beauté et la complexité de Pluton et de ses lunes* ». C'est la première caractéristique étonnante qu'a citée le directeur scientifique de la mission,



D'après des photos prises lors du survol du 14 juillet 2015

La résolution est de 80 mètres par pixels. La bande mesure 90 km au Nord et 75 km au Sud.

<https://youtu.be/NEdvyrKokX4>

- 2) Le plus grand glacier du Système solaire, la plaine Sputnik.
- 3) Des indices d'une pression atmosphérique différente dans le passé, impliquant des écoulements ou des réservoirs statiques de liquides (voir : « *De l'azote liquide coulait sur Pluton* ») ; un phénomène observé uniquement sur la Terre, Mars et Titan.

Cette partie de Pluton est aussi une des plus jeunes surfaces du système solaire (moins de 10 millions d'années).

On pense que les structures observées sont probablement des cellules de glace d'azote qui, par une lente (très lente) convection thermique, remontent vers la surface puis replongent doucement, en s'écoulant par les bords.



Les multiples points noirs sont des puits exhalant l'azote par sublimation. Les lignes bordent des cellules bombées en leur centre. La glace d'azote un peu plus chaude venue des profondeurs remonte doucement vers la surface puis replonge par ses bords. Les lignes de jonction forment parfois des X ou des croix.



On a aussi trouvé des fractures dont la forme n'est vue nulle part ailleurs

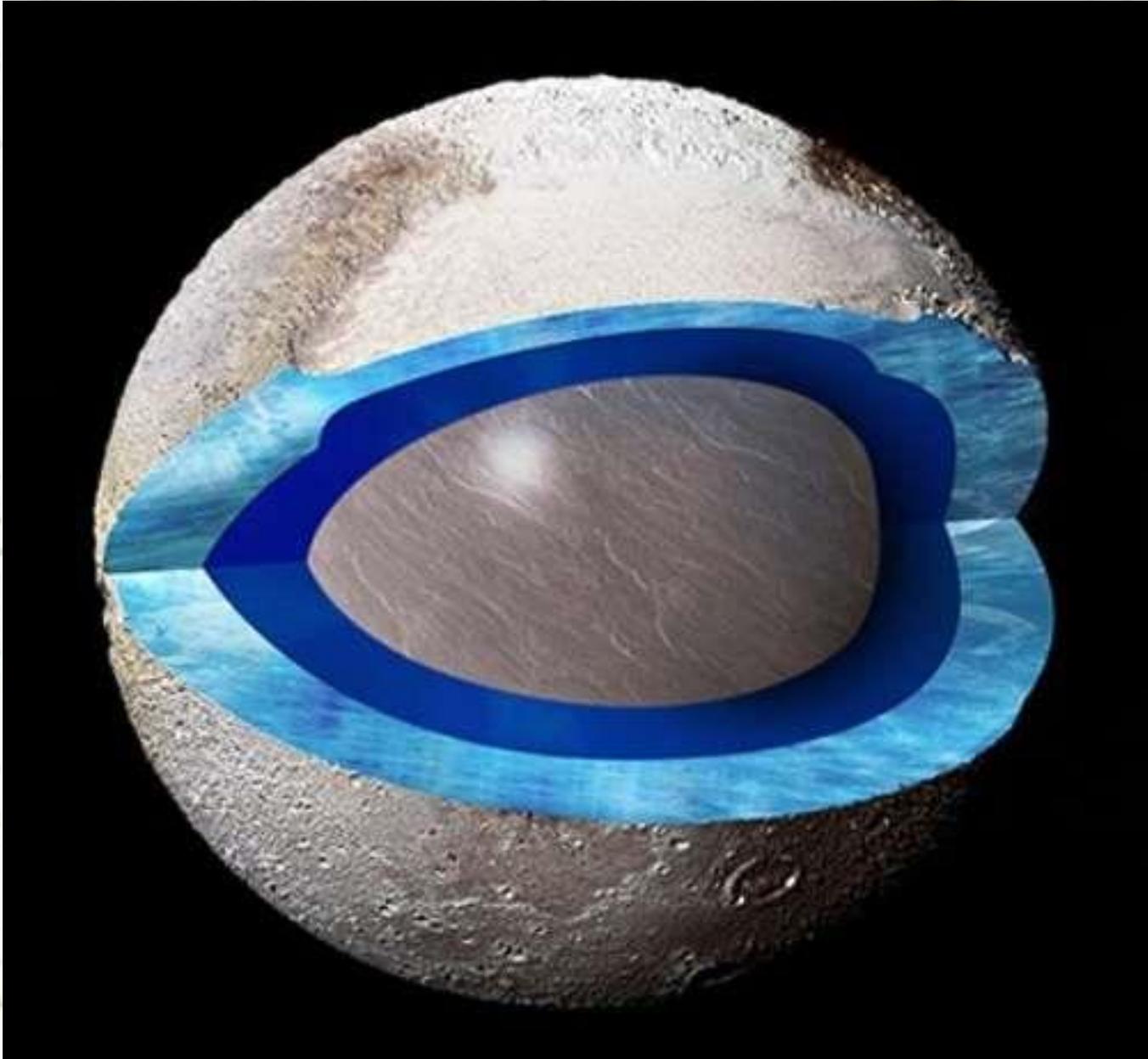


Les plus longues font 580 km.

<https://www.youtube.com/watch?v=MX-wzQHaYU4>

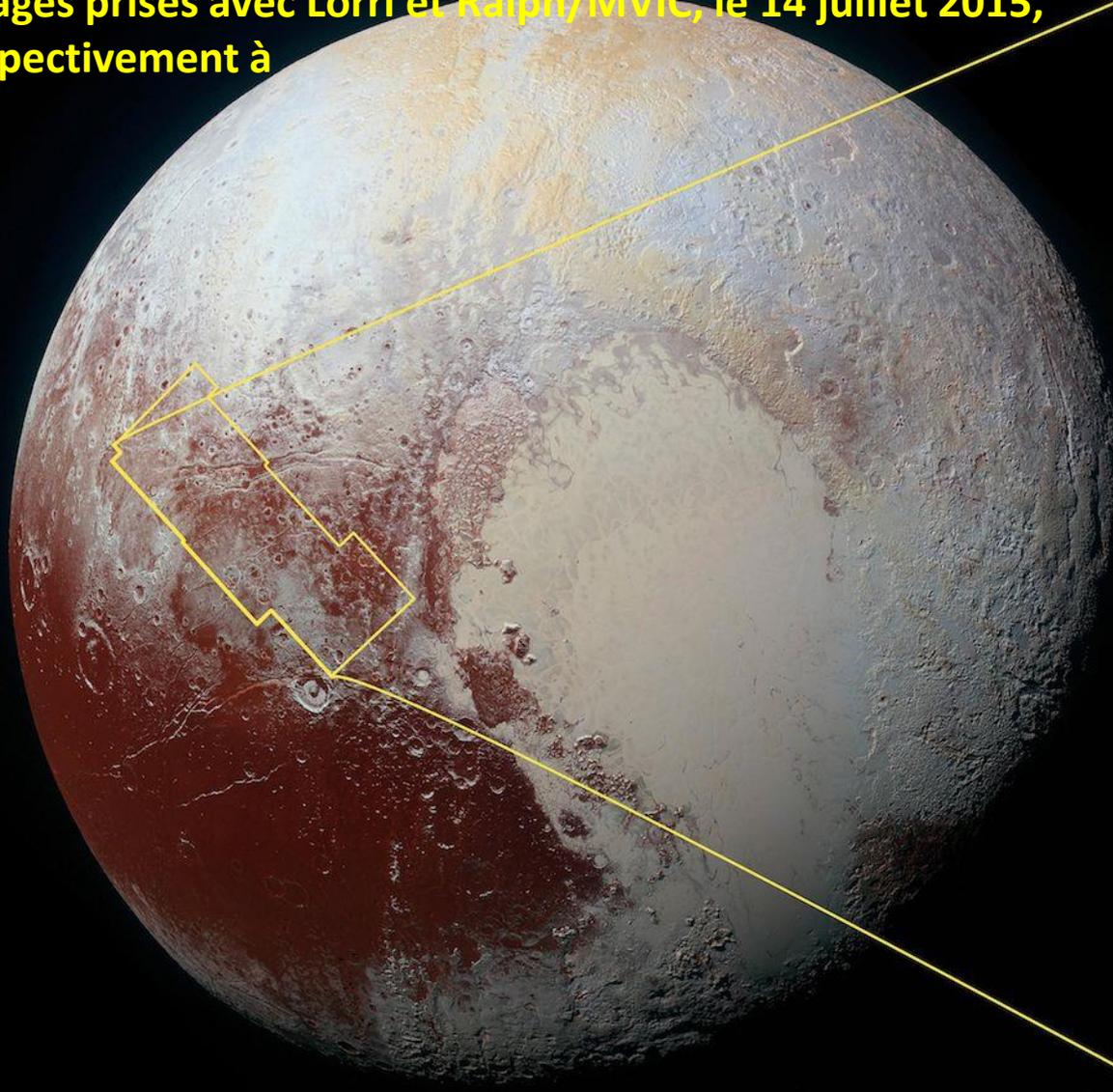
SPACE
COM

- 4) Pluton pourrait avoir un océan interne de glace d'eau.



On a aussi découvert que les caractéristiques du fameux « cœur de Pluton », plus précisément celles de sa partie gauche appelée la plaine Spoutnik, impliquent l'existence d'un océan sous-terrain. Il serait constitué d'eau partiellement liquide dont la consistance serait celle de la neige à moitié fondue, la *slush* des Québécois.

Vue de la région *Viking Terra*, la terre viking, combinant les images prises avec Lorri et Ralph/MVIC, le 14 juillet 2015, respectivement à



49.000 et 34.000 km de la surface. © Nasa, JHUAPL, SwRI

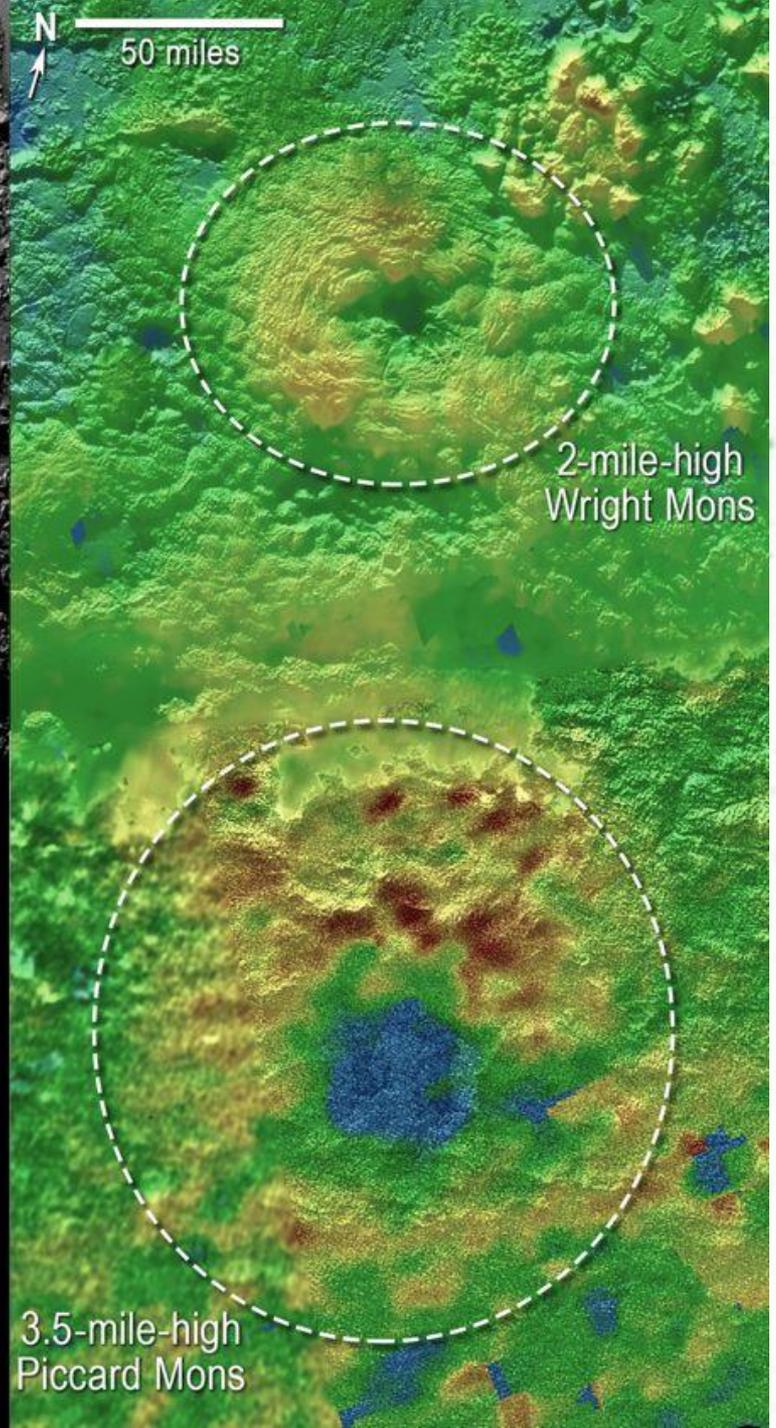
La couleur rouille, rouge-brun, indique, quant à elle, la présence de tholins, une sorte de suie créée dans l'atmosphère de la planète naine à partir d'azote et de méthane.

De plus on pense que les monts en photo seraient des cryovolcans.



Wright Mons

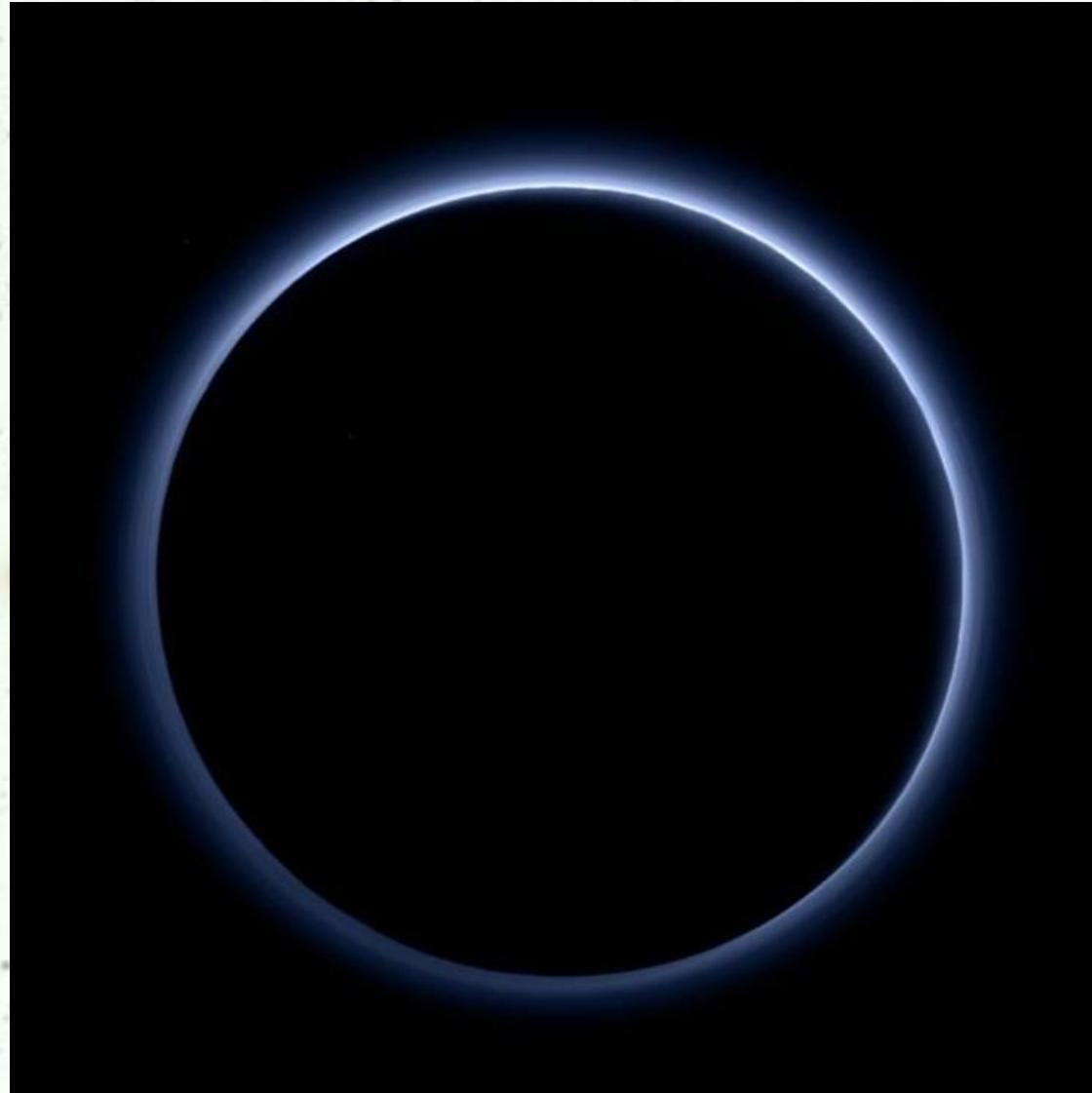
Les photos montrent des « cratères ».



- 5) Les brumes atmosphériques et aussi la vitesse d'échappement de son atmosphère, plus faible que celle prévue par les modèles.

Son atmosphère est principalement composée **d'azote**, avec un peu de méthane, de monoxyde de carbone, et d'éthane, à une pression d'environ 6,5 à 24 microbars (0,65 à 2,4 pascals (Pa)) à la surface¹

L'atmosphère de Pluton, vue en contre-jour, apparaît bleue.

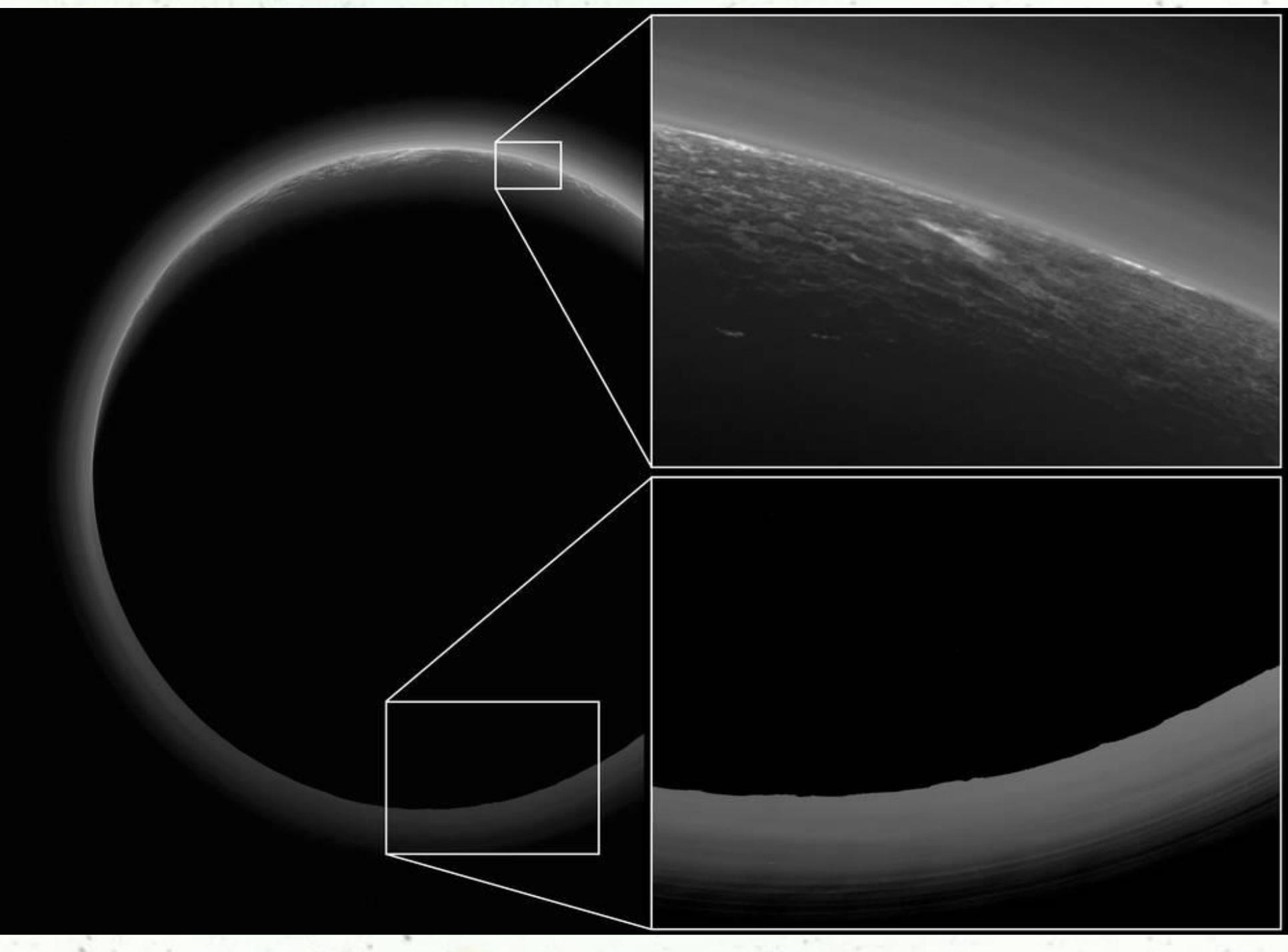


Les étranges jeux de lumière de Pluton

Cette animation cumule six images prises avec le télescope Lorri de New Horizons le 14 juillet 2015, en contrejour.



200 km



Charon, l'étrange lune cabossée

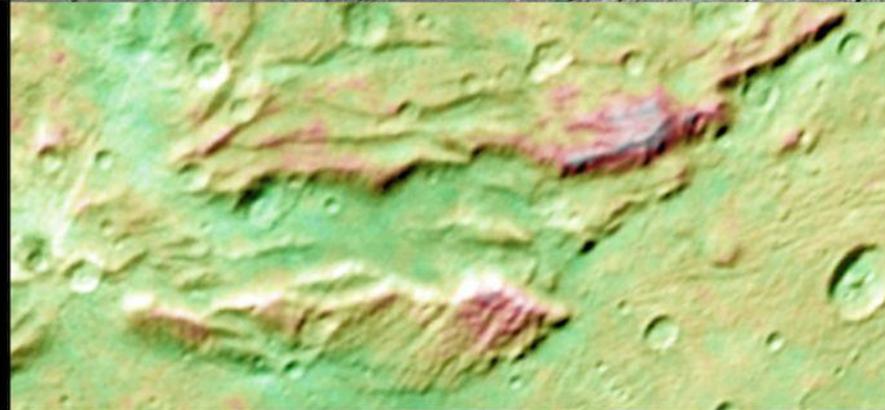
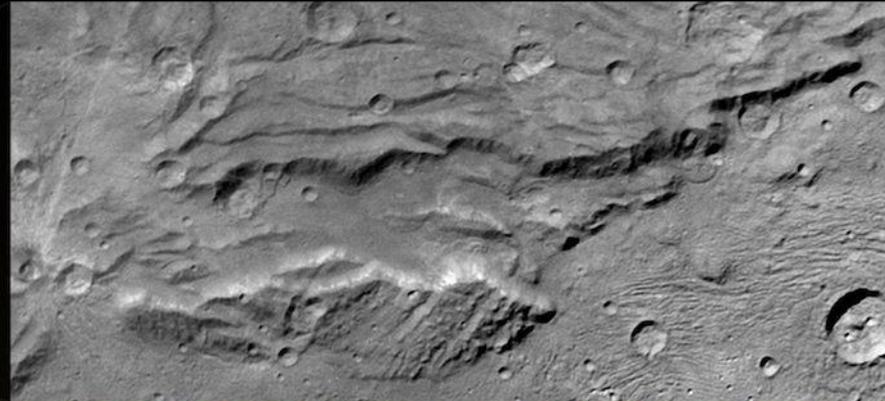
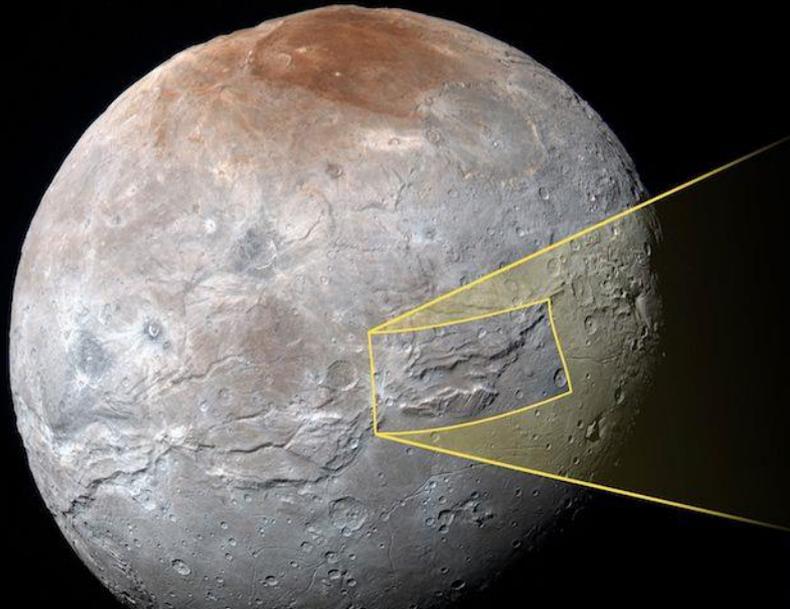
Demi-grand axe	17 536 km
Excentricité	0.0000
Inclinaison sur l'écliptique	0.001°
Période de révolution	6.3870 j
Rayon moyen	603.60 km
Masse	1.52×10^{21} kg
Densité	1.678 g/cm ₃
Découvert par	James W. Christy
Découvert le	13/04/1978
Désignation temporaire	S/1978 P1



Charon est le plus gros satellite de Pluton, mais c'est sans doute un peu plus. En effet Pluton ressemble plus à un système binaire tournant de manière synchrone autour d'un point situé entre les deux.



6) La solidification de l'océan interne de Charon trahie par la trace visible sur équateur



Détail de *Serinty Chasma*
En dessous, les couleurs indiquent les différentes élévations en miles. © Nasa, JHUAPL, SwRI

Pour les scientifiques de la mission New Horizons, l'astre était trop à l'étroit quand son océan interne a gelé. Son écorce se serait alors déchirée, comme la chemise de l'incroyable Hulk.

Serinty Chasma, longue faille de 1.800 km, créant des dénivelés de l'ordre de 7 à 9 km, partage en deux l'hémisphère visible.

- 7) Du jamais vu ailleurs, la sombre calotte polaire de Charon, vraisemblablement saupoudrée par des matériaux échappés de Pluton.



Pluton et Charon forment une sorte de planète binaire ; la mécanique céleste nous dit qu'au cours d'une révolution de Pluton autour du Soleil, qui dure 248 ans, le pôle nord de Charon est éclairé pendant 100 ans, le reste du temps, il est dans l'obscurité et la température y chute alors à -257°C . C'est assez pour que le méthane qui s'échappe de Pluton et qui est capturé par Charon se condense brutalement à l'état solide.

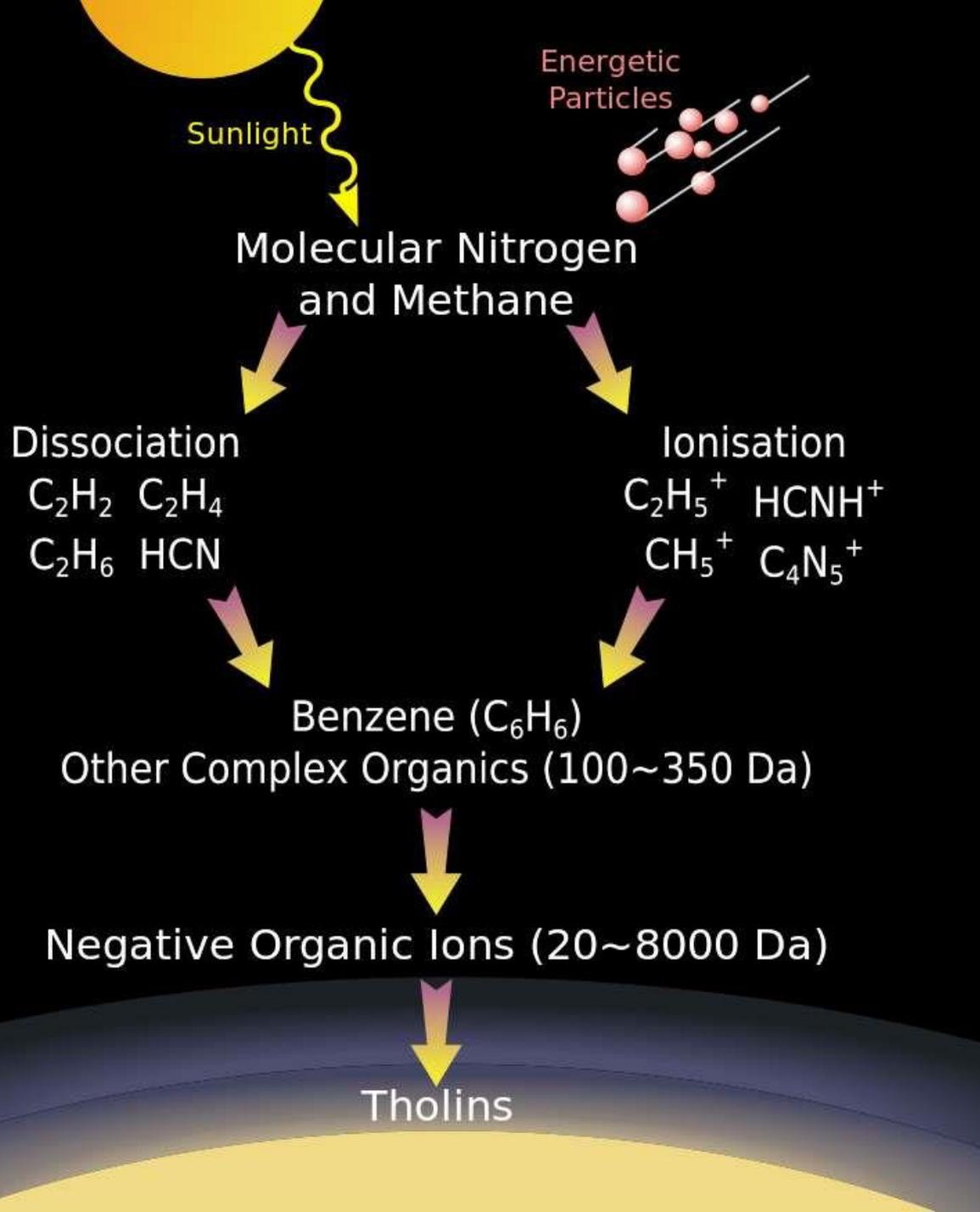


schéma simplifié de la synthèse des tholins à partir du méthane et de l'azote moléculaire (*molecular nitrogen*, en anglais sur le schéma) sous l'action du rayonnement UV (en haut à gauche : *Sunlight*) et des rayons cosmiques (en haut à droite : *Energetic Particles*). © Nasa



Voyons maintenant les autres lunes de Pluton

Hydra
36 x 21 miles



Kerberos
Diameter = 19 miles



Nix
35 X 16 miles



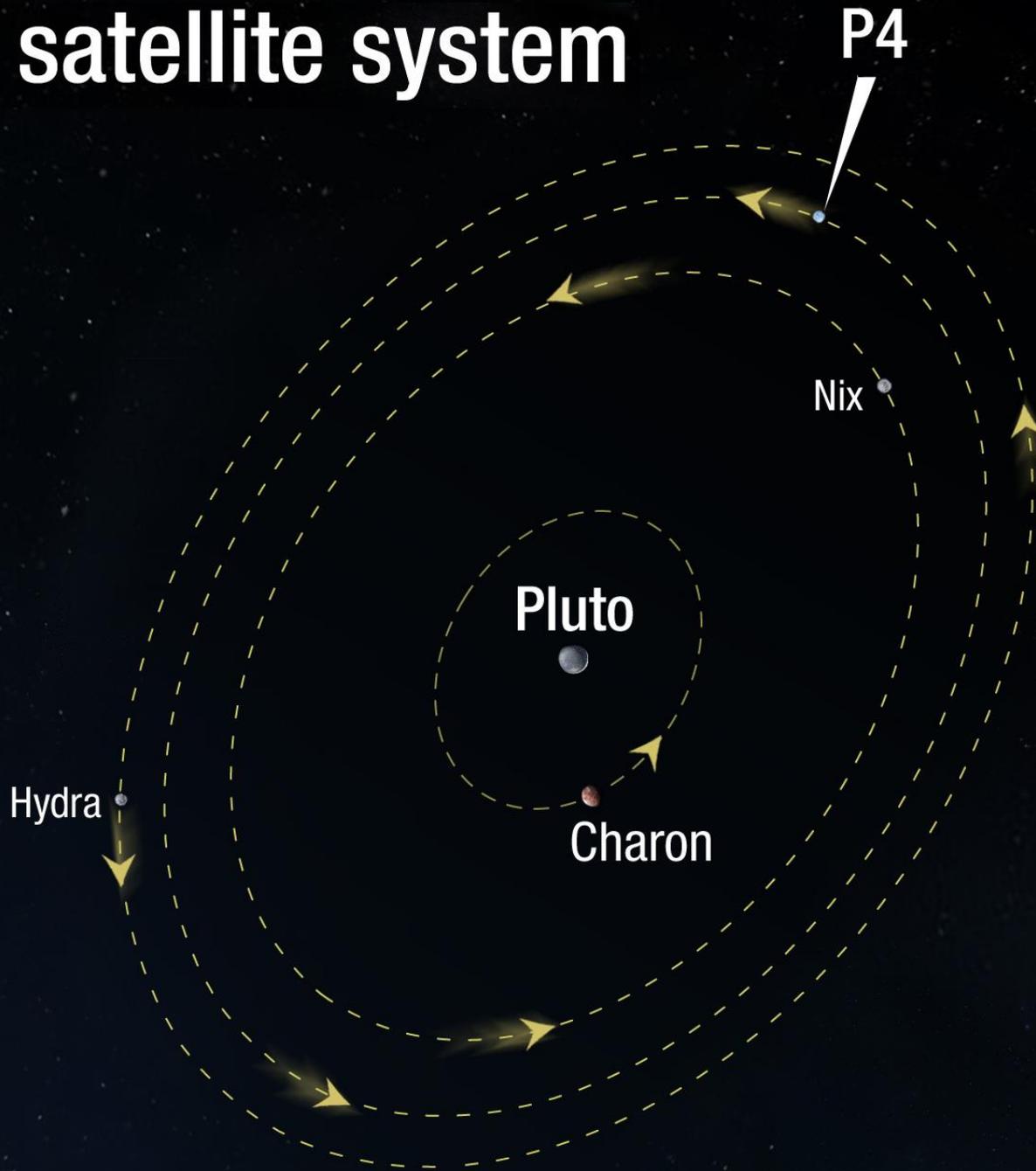
Charon
Diameter = 750 miles



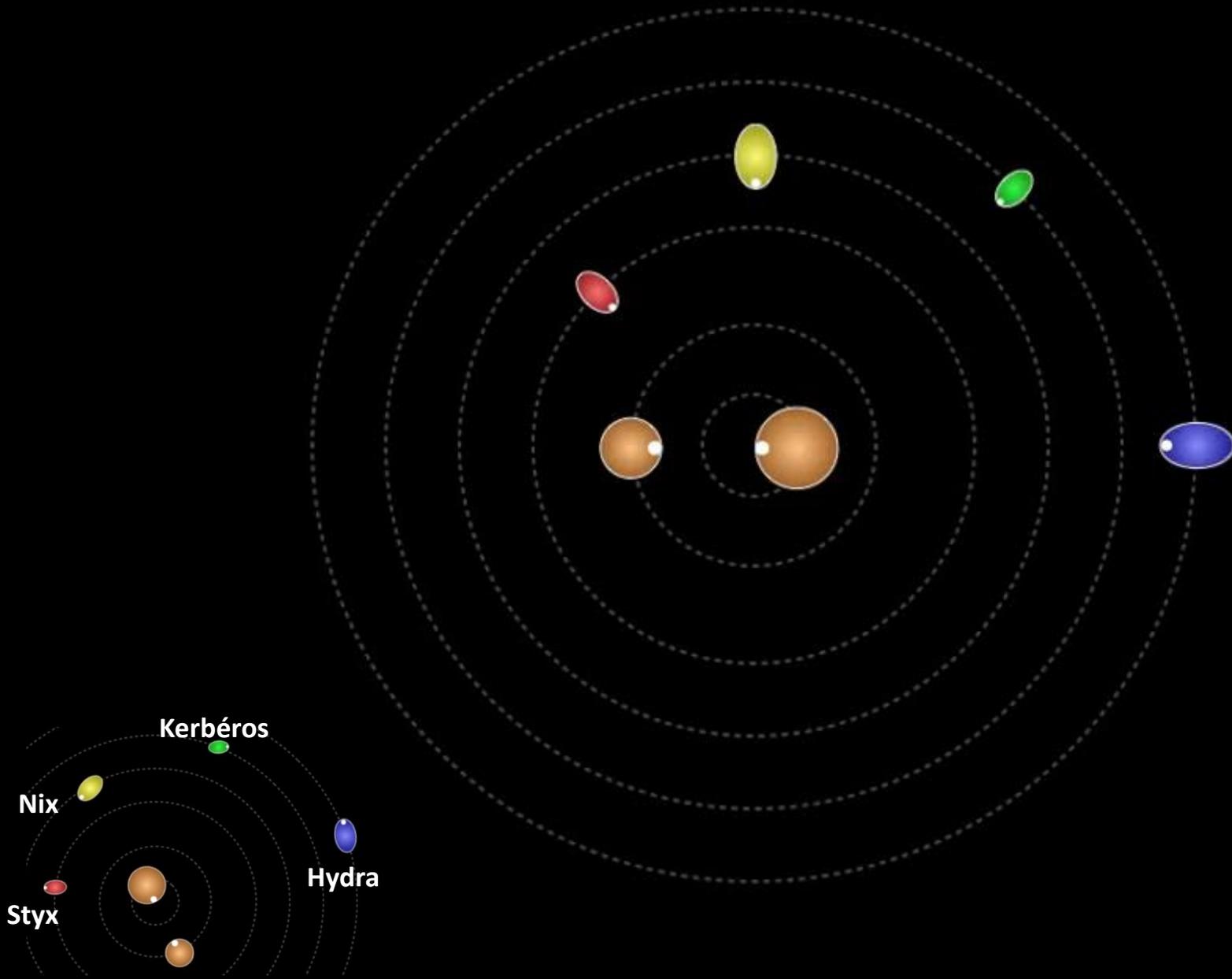
Styx
Diameter = ? miles



Pluto's satellite system



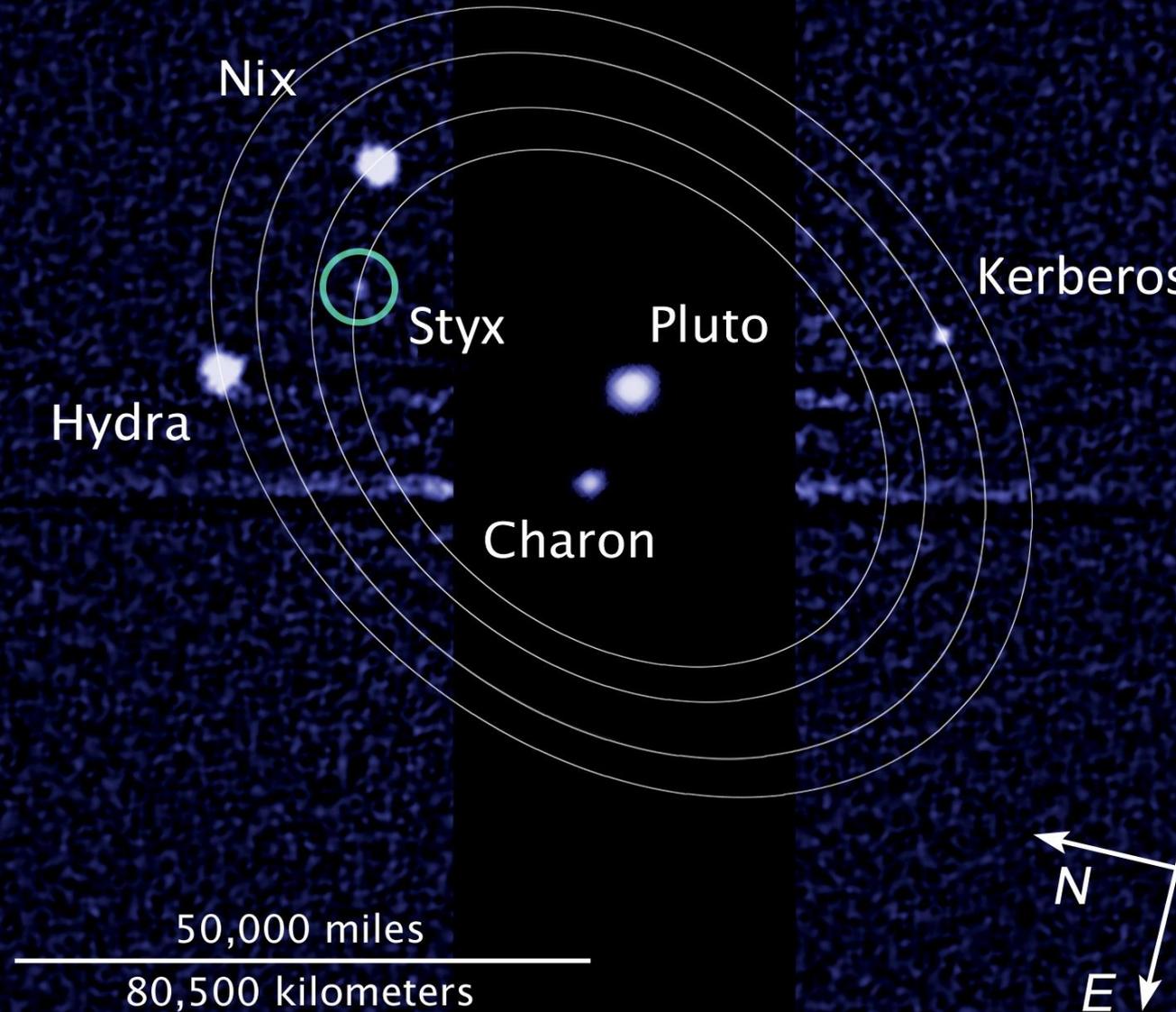
Le ballet de Pluton et de ses satellites



- 8) La datation des petits satellites corroborent l'hypothèse qu'ils soient tous des débris résiduels d'une collision de Pluton avec un gros objet de la ceinture de Kuiper.

Nix et Hydra ont des surfaces très réfléchissantes. Mais ce n'est pas la plus glacée qui réfléchit le plus la lumière dans le visible.

Pluto ■ July 7, 2012
HST WFC3/UVIS F350LP



Nix et Hydra ont une surface faite de glace plus pure que Charon mais de même composition. Ces deux lunes ont une glace cristalline de plus de 4 milliards d'années, elles viennent des restes d'une collision entre Pluton et une petite planète qui a donné Charon et ces deux cailloux.

Relative reflectance

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0

1.4

1.4

1.6

1.7

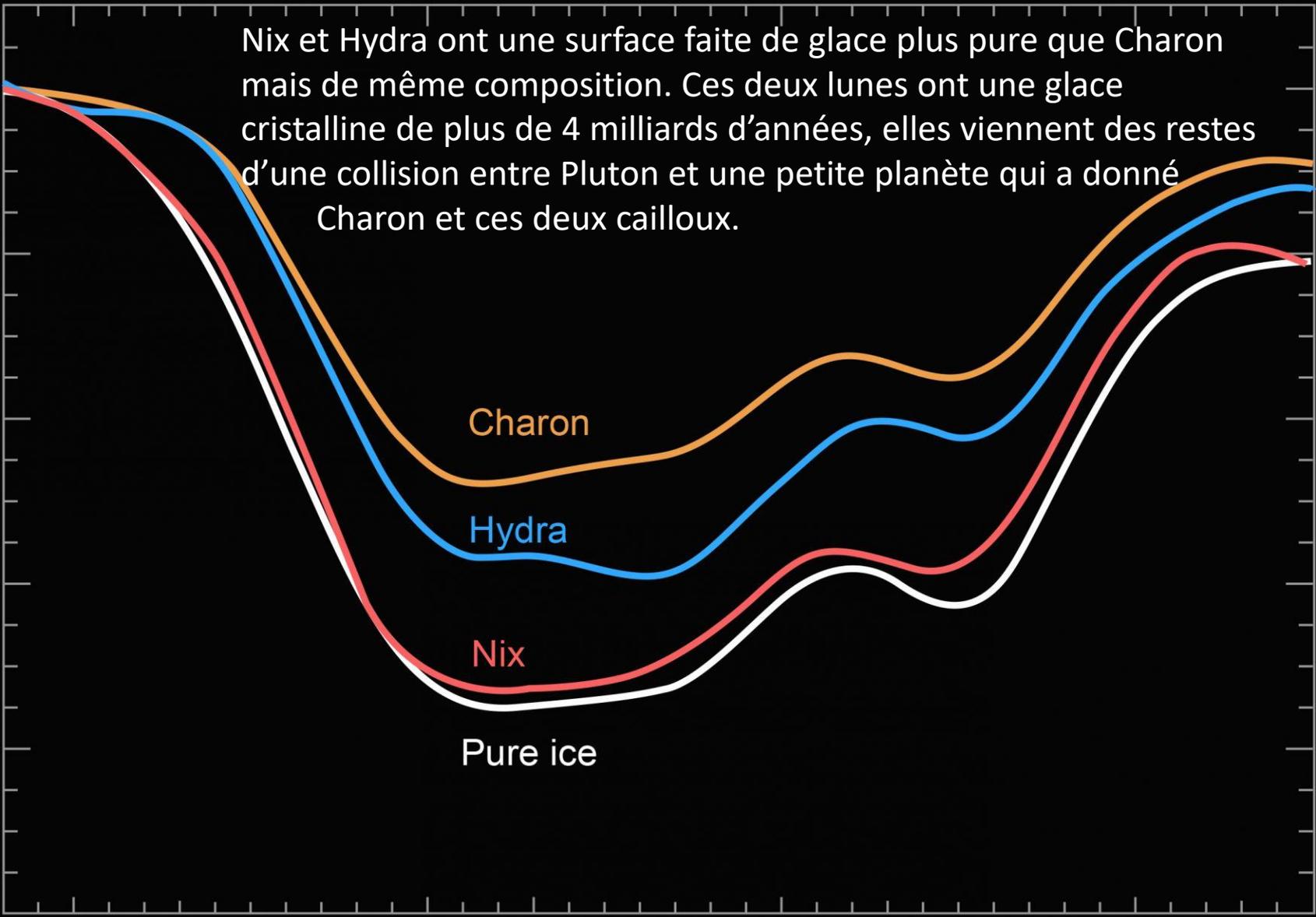
Wavelength (microns)

Charon

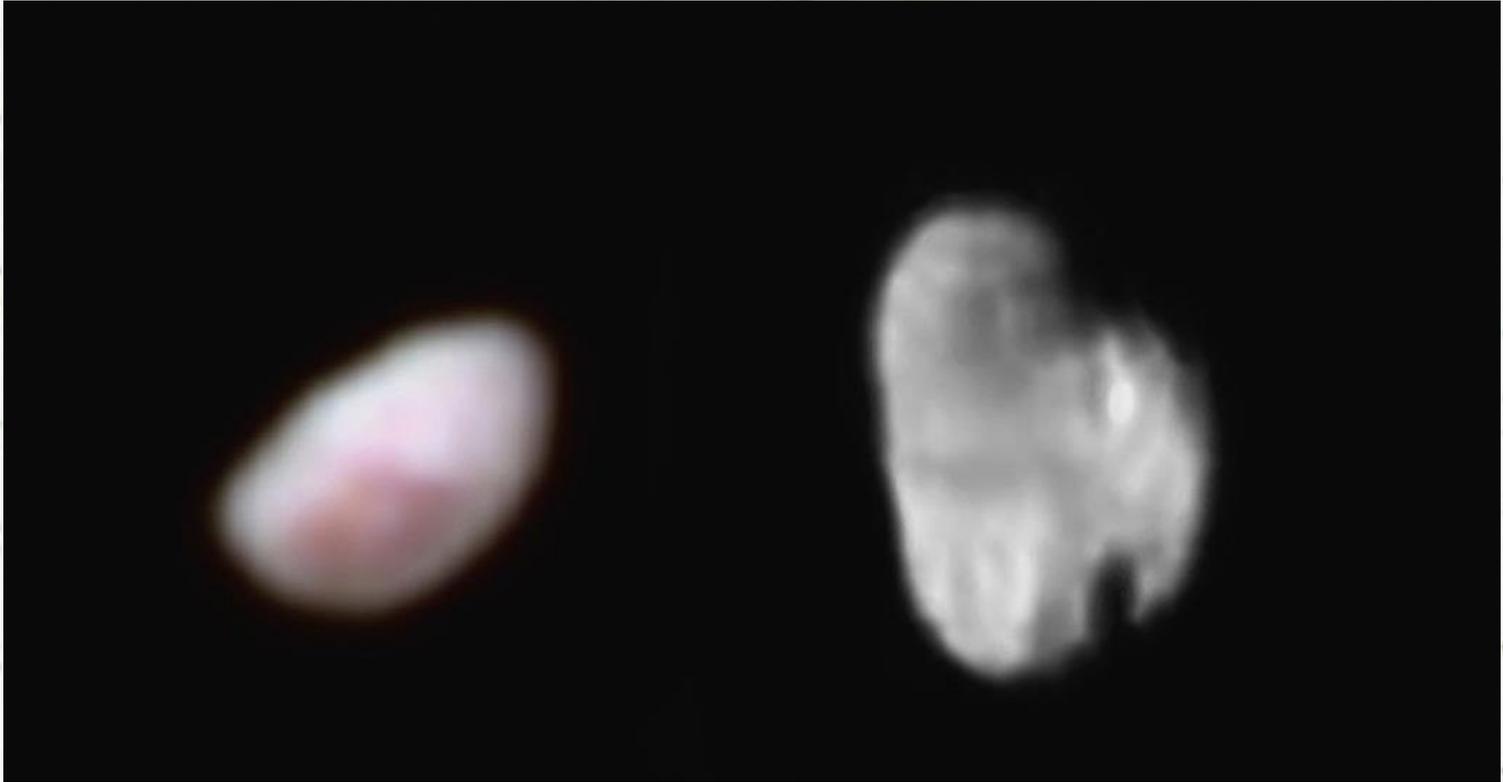
Hydra

Nix

Pure ice



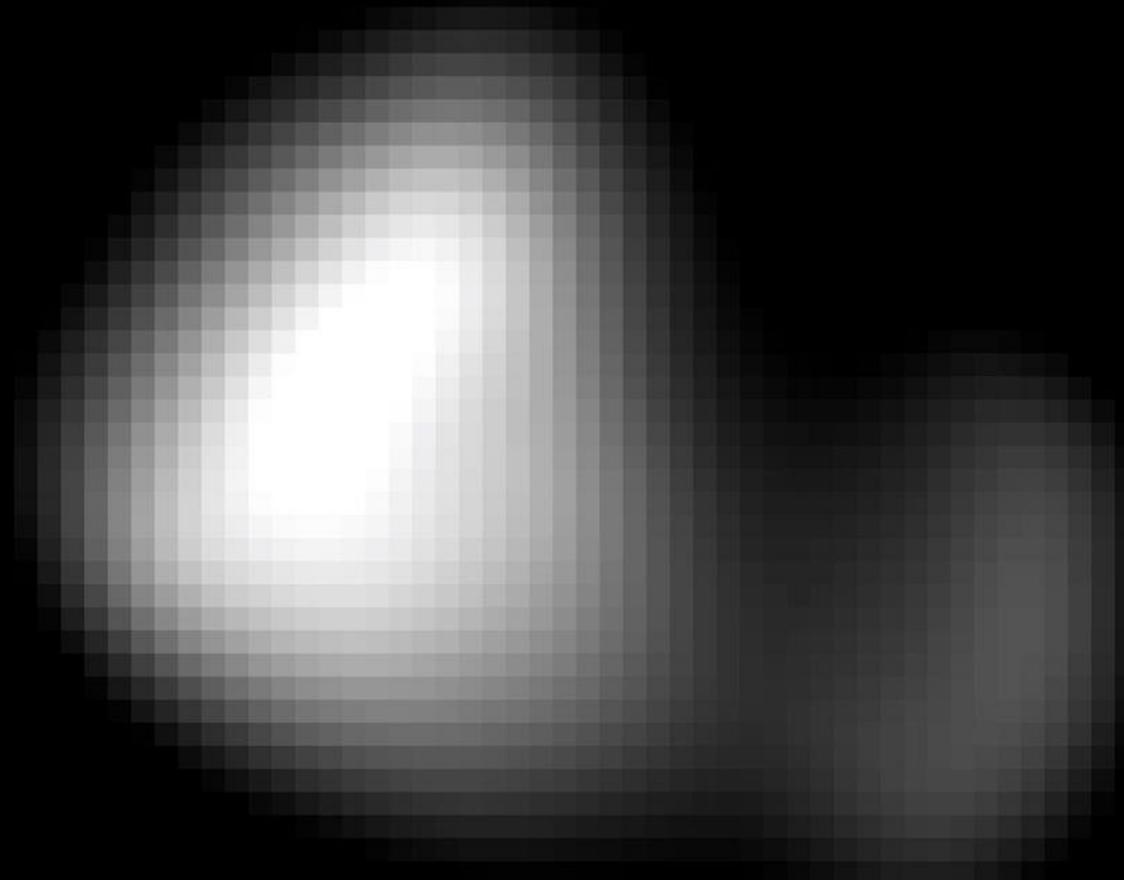
On n'a que très peu de photos des petits satellites de Pluton, en voici 3 pour les plus gros d'entre eux



Nix et Hydra sont spéciaux. Ils ont une surface qui contient un peu de glace d'eau et sont plus lumineux qu'on ne s'y attendait. De plus ils n'ont pas une rotation synchrone, peut-être à cause de la présence de Charon.

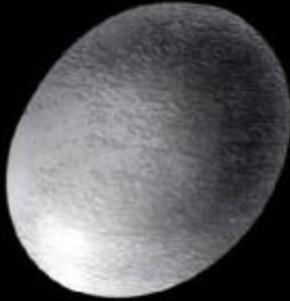
Ils avaient été découverts par Hubble

Kerbéros, l'une des deux dernières lunes découvertes autour de Pluton. Surprise, il est bilobé, un peu à la manière de la comète de Rosetta, et plus petit que prévu. Et surtout, sa réflectivité ne correspond pas à ce qui était attendu...



8km pour le plus grand et 5 pour l'autre, son albedo est d'environ 50%

Hauméa



Hauméa

Découverte : 2004

Diamètre : 1960 - 2500 km

Orbite :

$a \approx 43,28$ UA

$Q \approx 51,54$ UA; $q \approx 35,02$ UA

$P_{\text{rev}} \approx 284,76$ années

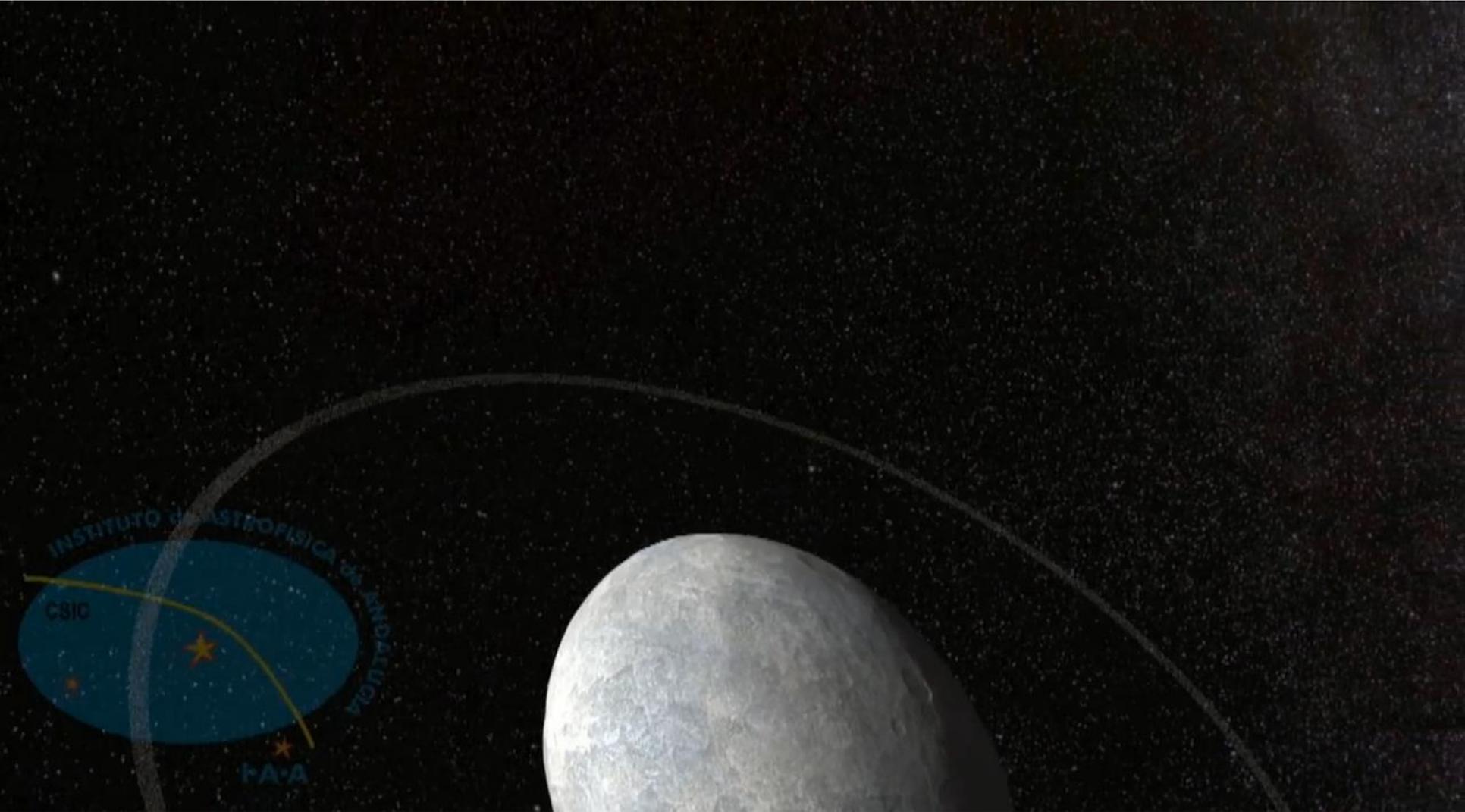
Géologie :

$M \approx 4,2 \times 10^{21}$ kg

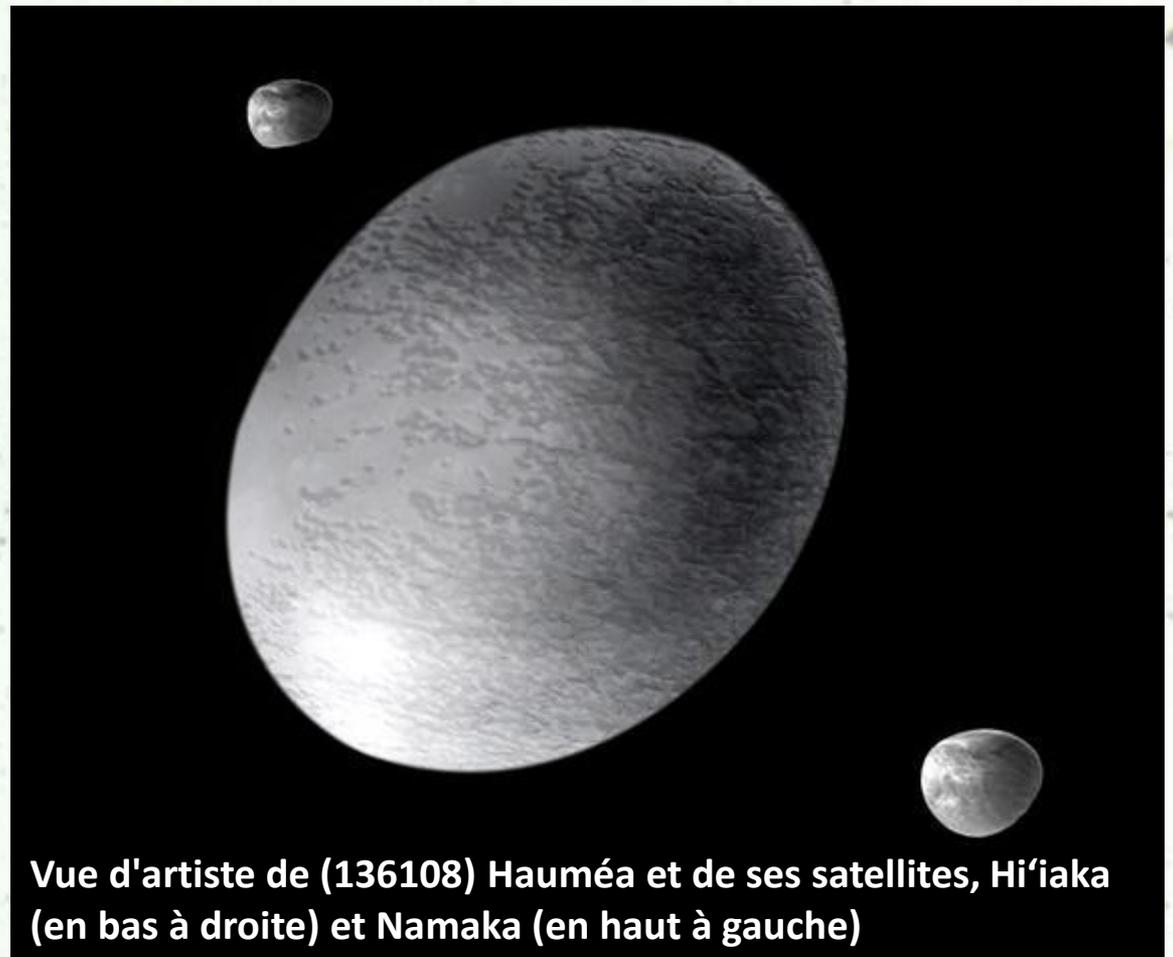
Croûte \in 70% de glace
d'eau, 30% inconnue

Atm. : aucune

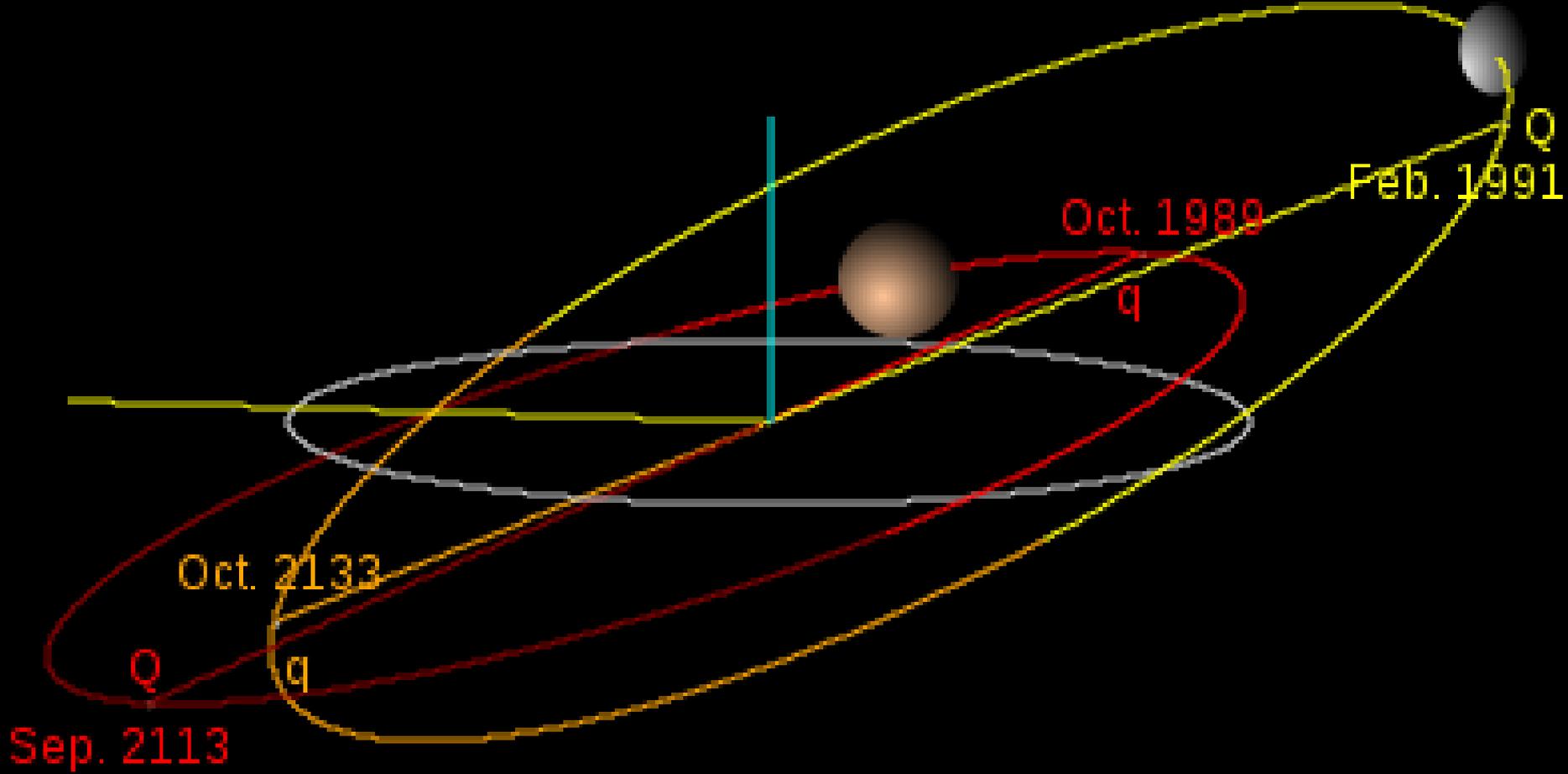




La surface d'Hauméa est principalement composée de **glace** d'eau, à la fois sous les formes **crystalline** et **amorphe**. La glace d'eau couvrirait entre les deux-tiers et les trois-quarts de la surface, la composition du reste n'étant pas connue.



Vue d'artiste de (136108) Hauméa et de ses satellites, Hi'iaka (en bas à droite) et Namaka (en haut à gauche)



Vue schématique des orbites de Hauméa (en jaune), **Pluton** (en rouge) et **Neptune** (en gris).

Makémaké



Makémaké

Découverte : 2005

Diamètre : 1200 - 1900 km

Orbite :

$a \approx 45,64$ UA

$Q \approx 52,57$ UA; $q \approx 38,71$ UA

$P_{\text{rev}} \approx 308$ années

Géologie :

M = inconnue

Croûte \in glace de méthane et d'azote

Atm. : possible

Son diamètre est d'environ deux tiers celui de Pluton, soit 1 430 km.

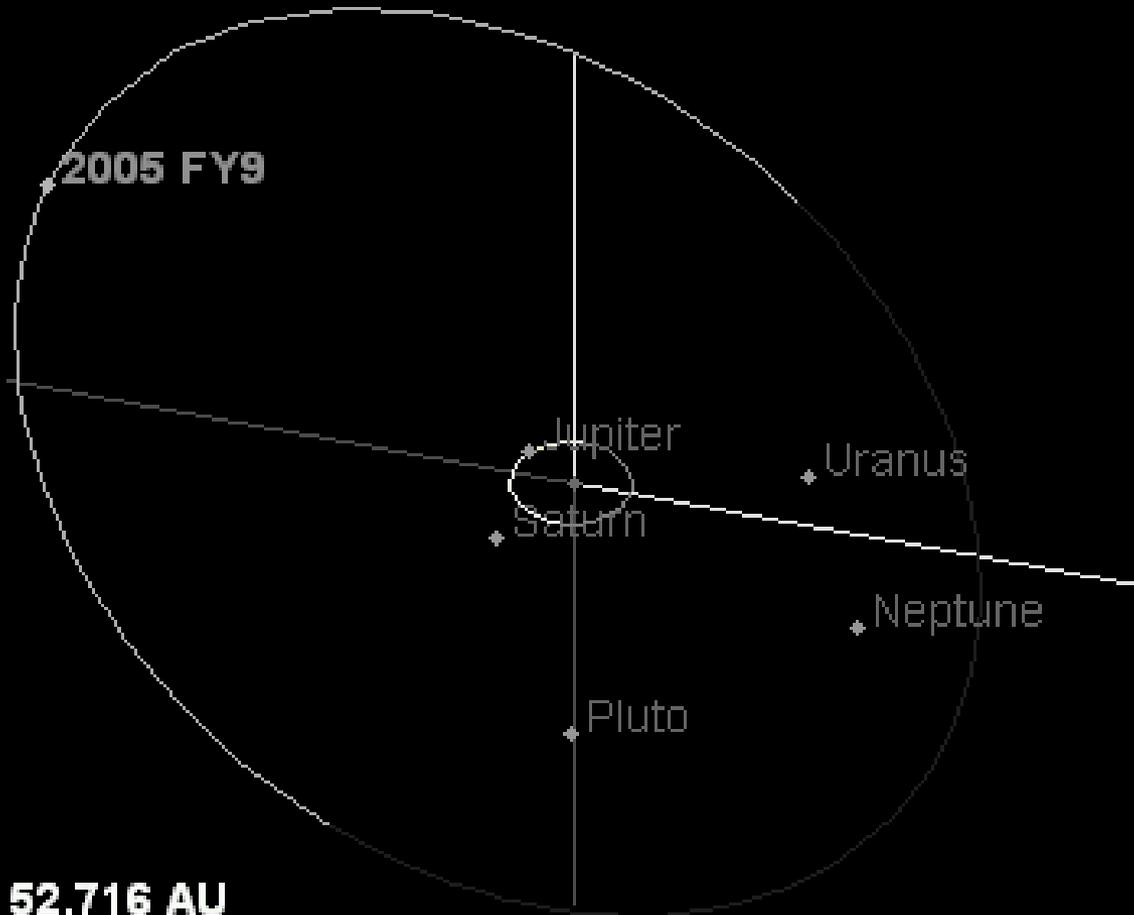
Sa température moyenne très faible (environ 30 K, soit -243 °C) indique que sa surface est recouverte de méthane, d'éthane et, éventuellement, de glace d'azote.

Makémaké est dotée d'un satellite naturel. **S/2015 (136472) 1**, surnommé **MK 2**, qui est son seul satellite naturel connu à ce jour (avril 2016)²⁸.

Ce satellite, 1 300 fois moins lumineux que Makémaké, serait également beaucoup plus sombre que celle-ci, ce qui permet d'estimer sa taille à environ 150 km de diamètre.

En 2009, Makémaké est à une distance de 52 unités astronomiques ($7,78 \times 10^9$ km) du Soleil¹² et s'approche de son aphélie situé à 53 ua. Makémaké a une orbite très similaire à celle de Hauméa : très inclinée à 29° et une excentricité modérée d'environ 0,16

2005 FY9



Earth Distance: 52.716 AU
Sun Distance : 52.401 AU

Jul 14, 2015

Eris



Eris

Découverte : 2005

Diamètre : 2400 km

Orbite :

$a \approx 67,67$ UA

$Q \approx 97,56$ UA; $q \approx 37,77$ UA

$P_{\text{rev}} \approx 557$ années

Géologie :

$M \approx 1,6 \times 10^{22}$ kg

Croûte \in glace de méthane

Atm. : fine, probablement d'azote



Dysnomie

Éris est un plutoïde, une planète naine transneptunienne. Ses caractéristiques orbitales la classent plus spécifiquement comme un objet épars, un objet transneptunien au-delà de la ceinture de Kuiper (à environ 48 ua) dont l'orbite est fortement excentrique.

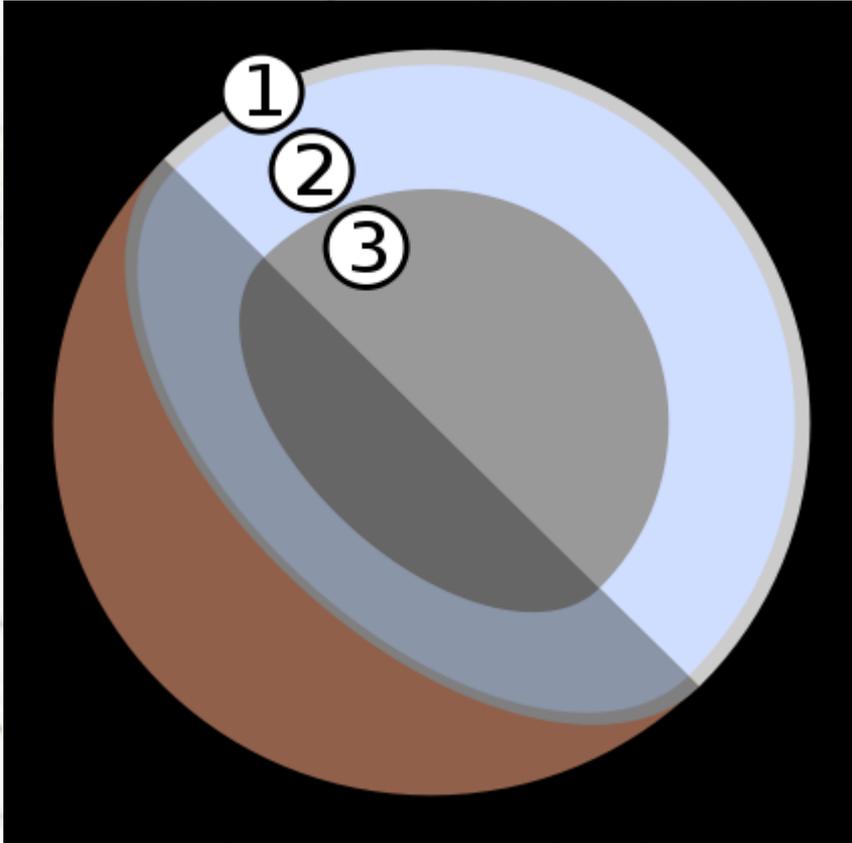
Éris a d'abord été estimée plus grande que Pluton, elle a été décrite un temps comme la « dixième planète » du Système solaire par la NASA et certains médias.



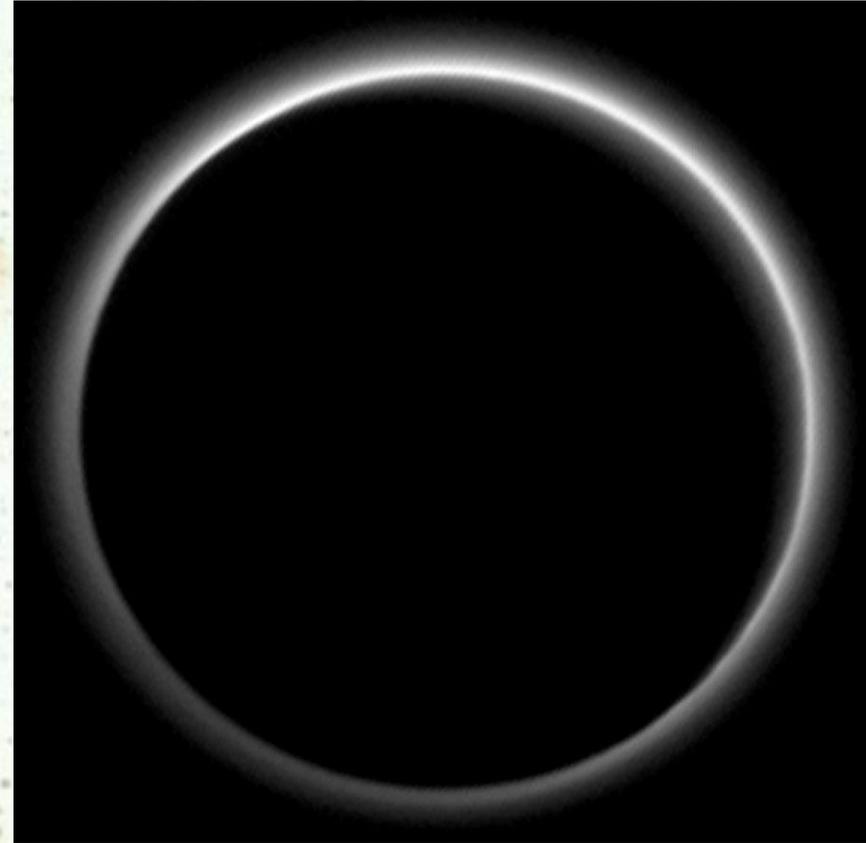
On peut penser que sa structure interne est similaire à celle de Pluton.

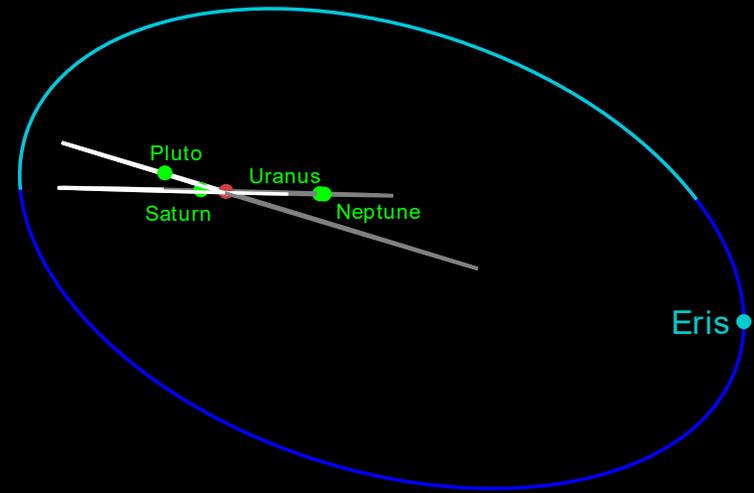
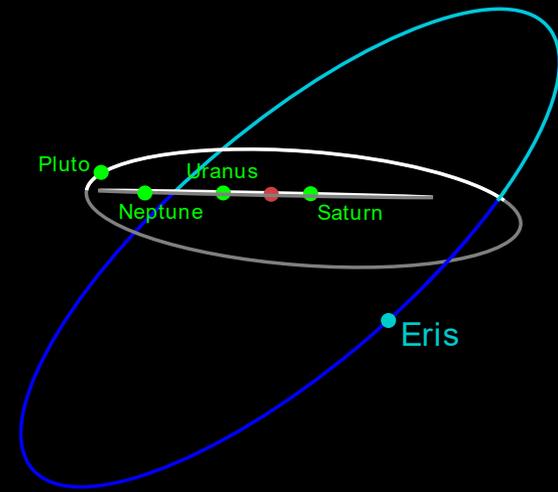
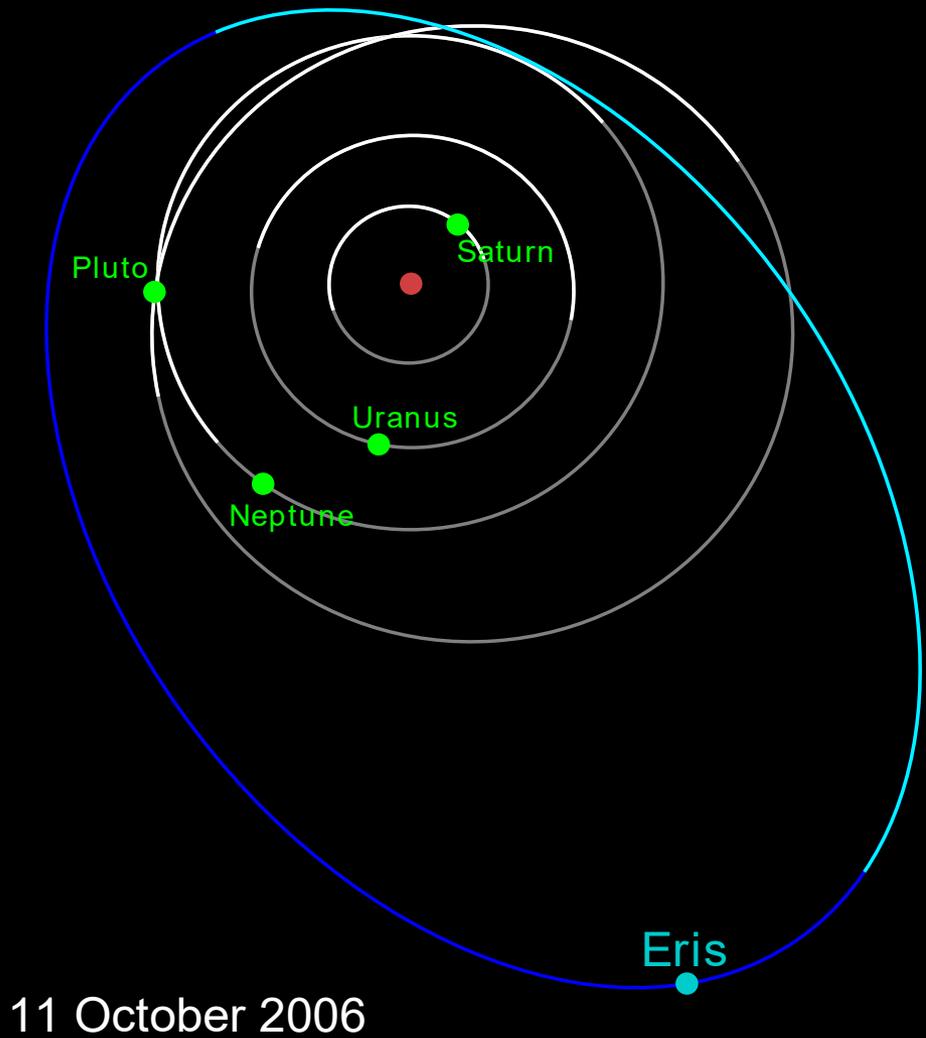
Nous pensons que Éris est un corps composé principalement de roche, de glaces de méthane, d'azote, de glace carbonique (monoxyde de carbone) et de glace d'eau.

Et on peut faire la même chose pour son atmosphère... qui pourrait ressembler à celle de Pluton.



Structure interne hypothétique d'Éris 1 - Azote gelé 2 - Glace d'eau 3 - Noyau rocheux





Orbit of Eris

(136199 Eris)

Perihelion: 37.77 AU
 Aphelion: 97.56 AU
 Orbital period: 557 years

Eccentricity: 0.44
 Inclination: 44°