



Vénus



2^{ème} planète du système solaire

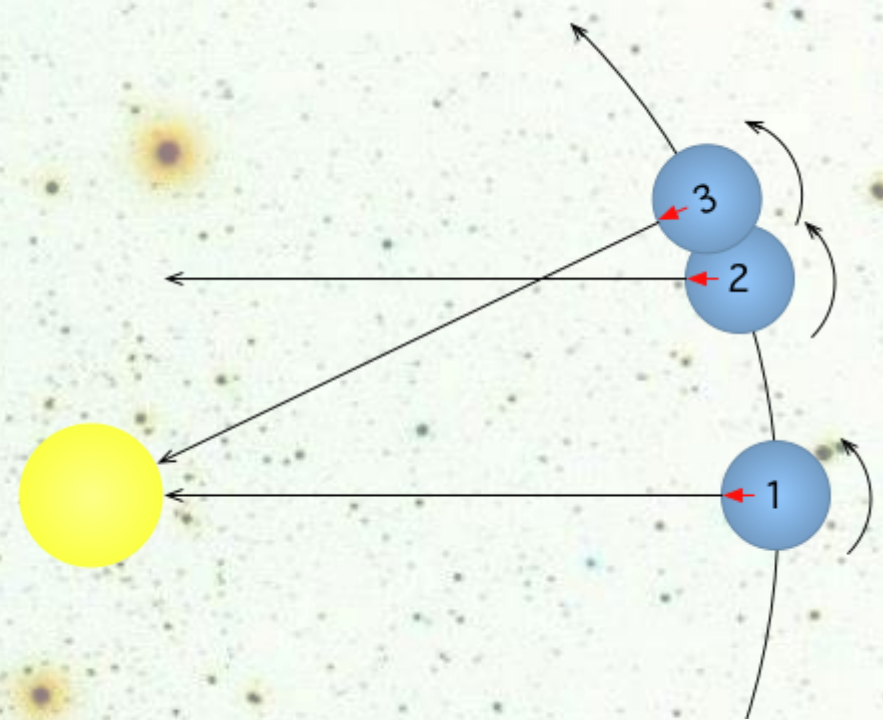
Fiche d'identité



- **Diamètre équatorial** : 12 102 km
- **Vitesse de libération à l'équateur** : $10.4 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$
- **Température** : 750 K (+477 °C)
- **Inclinaison de l'équateur sur le plan orbital** : 177.3°
- **Période de rotation sidérale** (*temps au bout duquel la planète retrouve la même orientation par rapport aux étoiles environnantes*) : 243.01 jours (rétrograde)
- **Période de révolution sidérale** (*temps mis par un astre pour accomplir sa trajectoire, ou révolution, autour d'un autre astre*) : 224.701 jours
- **Excentricité de l'orbite** : 0.006 8, elle est donc presque ronde
- **½ grand-axe de l'orbite** : 0.723 UA
- **Inclinaison sur l'écliptique** : 3.394°
- **Vitesse moyenne sur orbite** : $35.03 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$
- **Albédo** : 0.65, elle est donc très lumineuse
- **Nombre de satellites** : 0

Du fait de ces données :

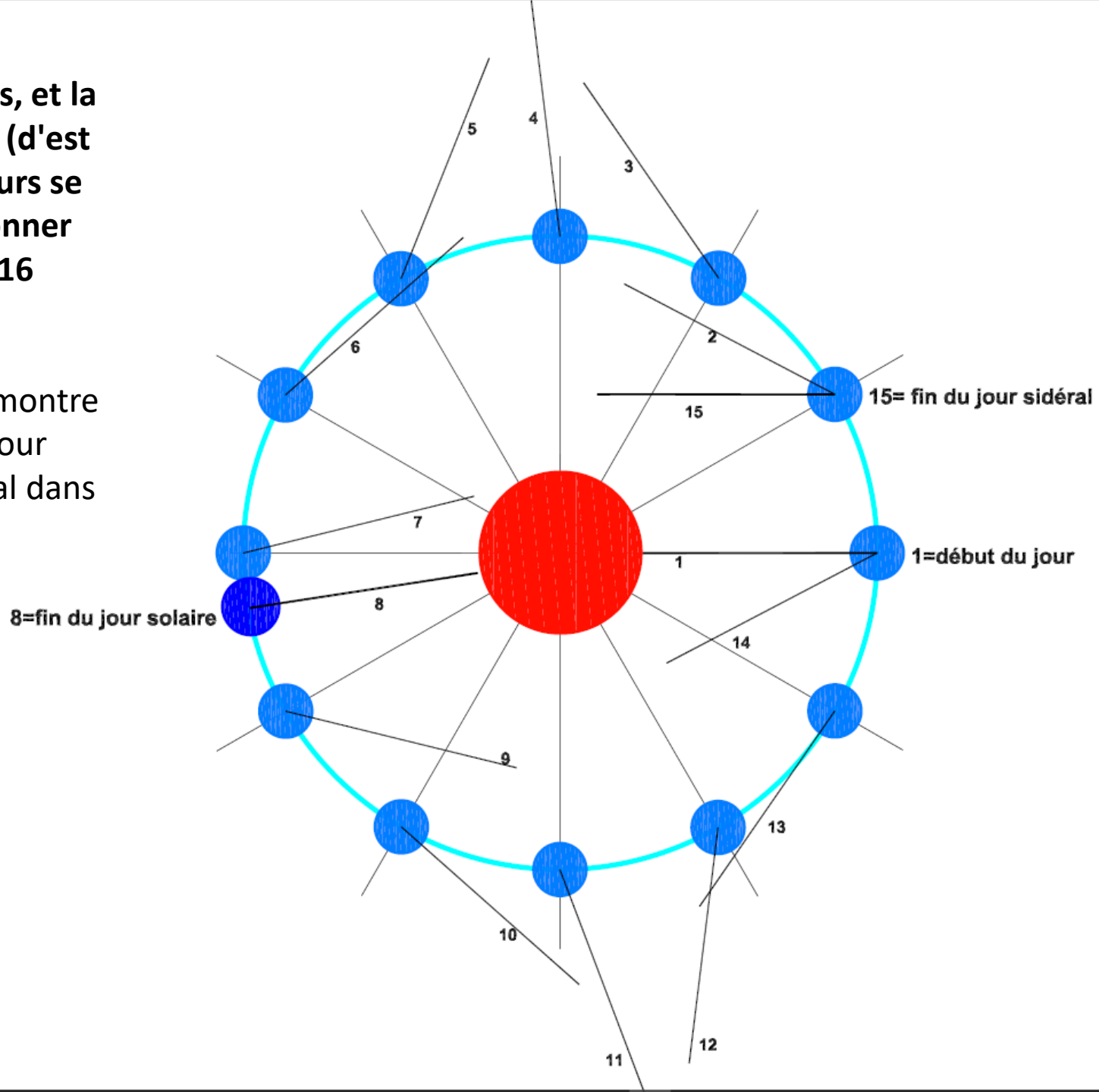
- **L'année de 225 jours, et la rotation rétrograde (d'est en ouest) en 243 jours se composent pour donner un jour solaire de 116 jours.**



- **Elle parcourt son orbite en 225 jours à la vitesse de 30,04 km/s. Pour la Terre, c'est 365 jours à la vitesse de 0,5 km/s. C'est 60 fois plus lent que celle de Vénus.**
- **Sa pression atmosphérique est de 93 Bars soit 93 fois celle de la Terre.**

L'année de 225 jours, et la rotation rétrograde (d'est en ouest) en 243 jours se composent pour donner un jour solaire de 116 jours.

Voici un dessin qui montre la différence entre jour solaire et jour sidéral dans le cas de Vénus

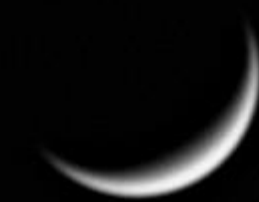


« L'Étoile du berger »

La planète Vénus est très facile à repérer. Elle circule à l'intérieur de l'orbite de la Terre donc Vénus présente des phases à l'image de notre Lune. L'observation de ce phénomène permit à Galilée d'apporter une preuve de la validité de la théorie héliocentrique de Nicolas COPERNIC.

C'est PYTHAGORE de Samos (vers 550 av. J.-C.) qui a reconnu que l'astre brillant tantôt le soir ou le matin était le même. On l'a appelée « Étoile du berger », il faudra attendre les romains pour lui attribuer le nom de Vénus vers le premier siècle avant notre ère.

Venus 12 sept 2007 04h35 UT
Cassegrain 250 mm Astrolescope F/15





1241 UT
23/10/02

1342 UT
12/10/02

1352 UT
5/10/02

1352 UT
23/9/02

1519 UT
16/9/02

1541 UT
10/9/02

1548 UT
31/8/02

1350 UT
12/8/02

1803 UT
1/8/02

1630 UT
20/7/02

1940 UT
3/7/02

1525 UT
19/6/02

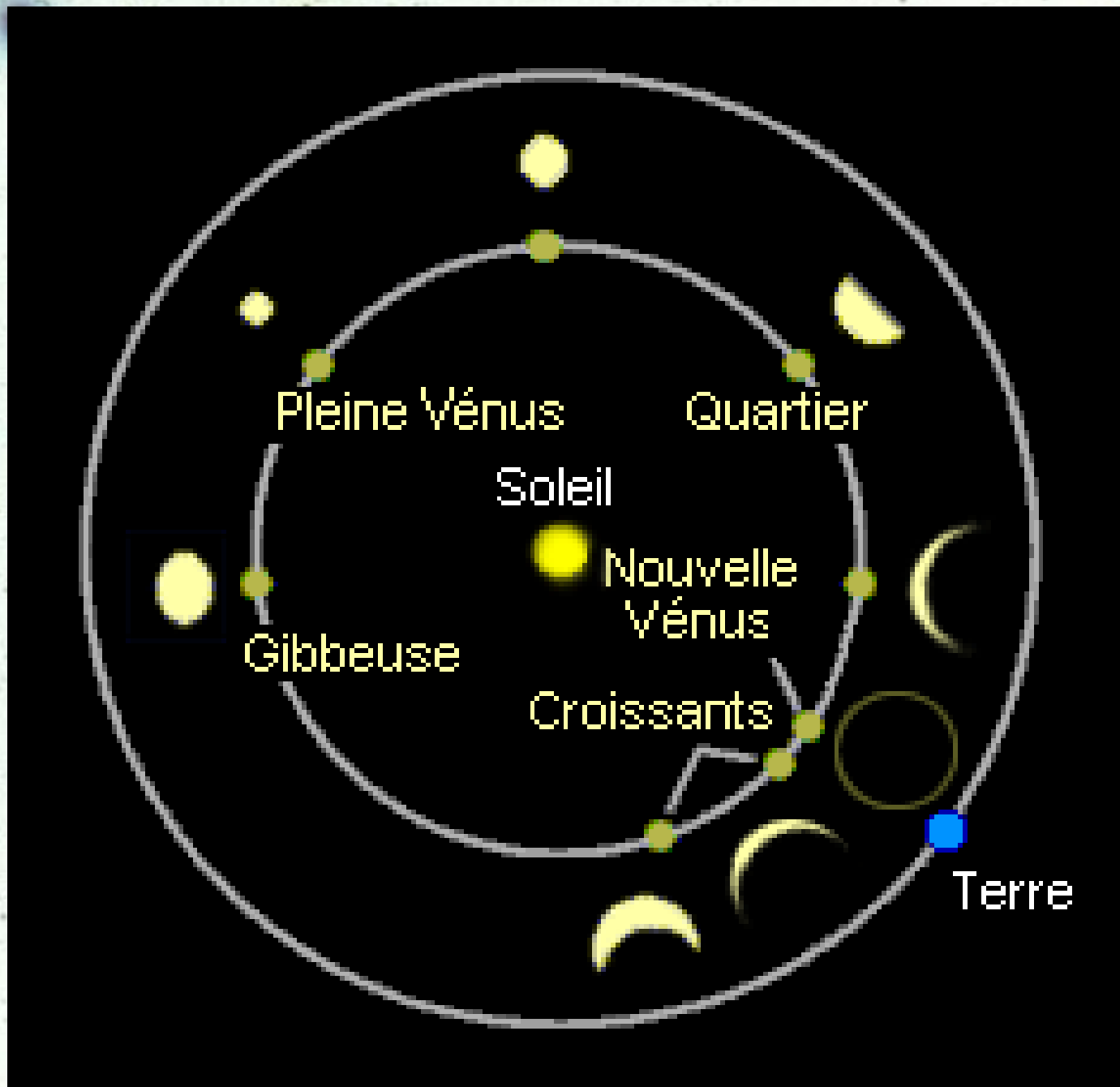
1902 UT
1/6/02

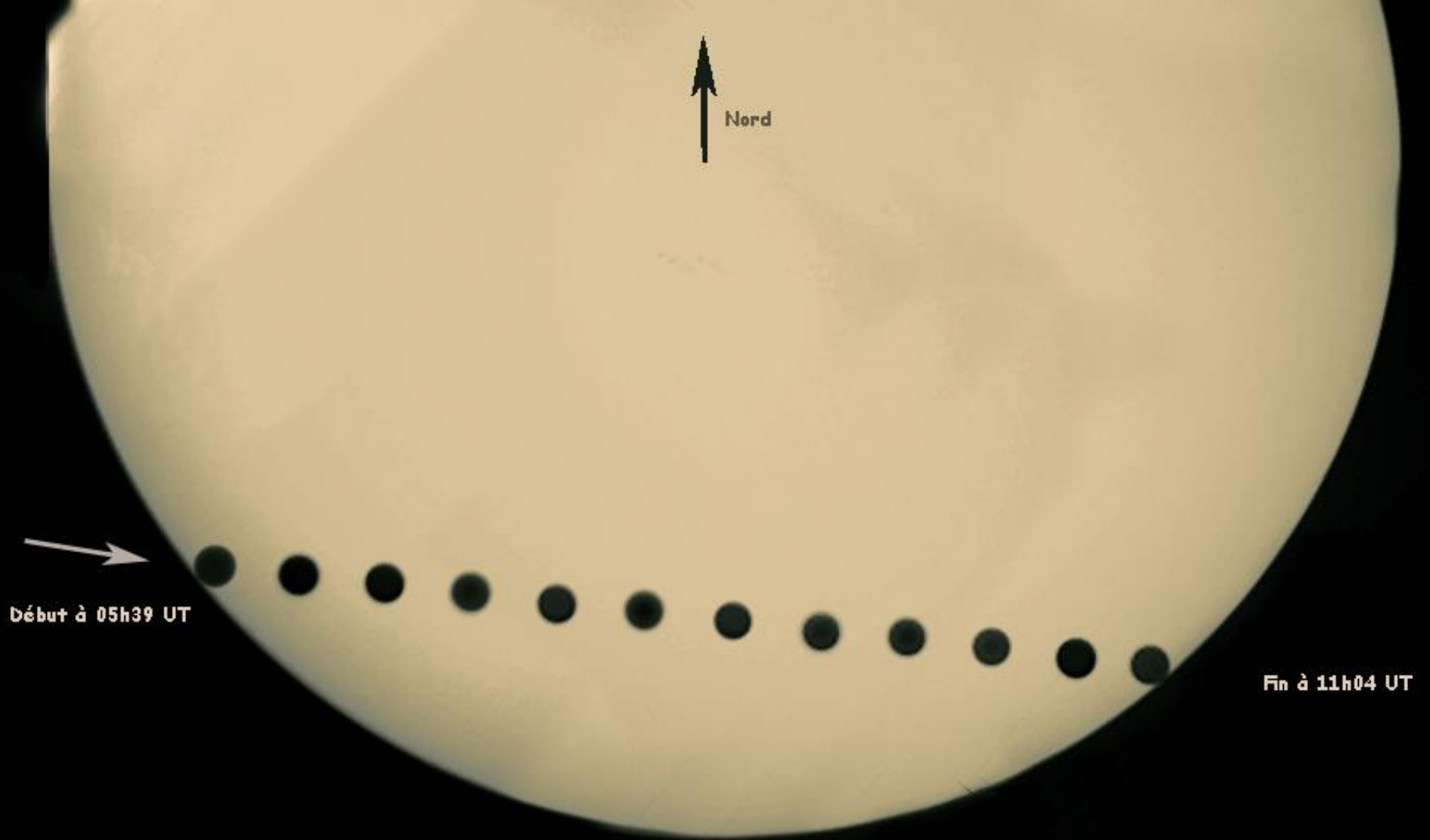
1810 UT
3/5/02

VENUS 2002

Photographed at the TBGS Observatory
by Chris Proctor

Du fait de cette Configuration, il arrive que Vénus passe entre le soleil et nous. On a alors ce qu'on appelle le transit de Vénus devant le Soleil.





Passage de Vénus devant le soleil du 08 juin 2004

Qavius 166 réducteur de focale 0.5 toucam pro Observatoire Antarès images C.Riou

Le dernier transit a eu lieu le 6 juin 2012, très tôt le matin, et le prochain sera en décembre 2117.

baader
planetarium

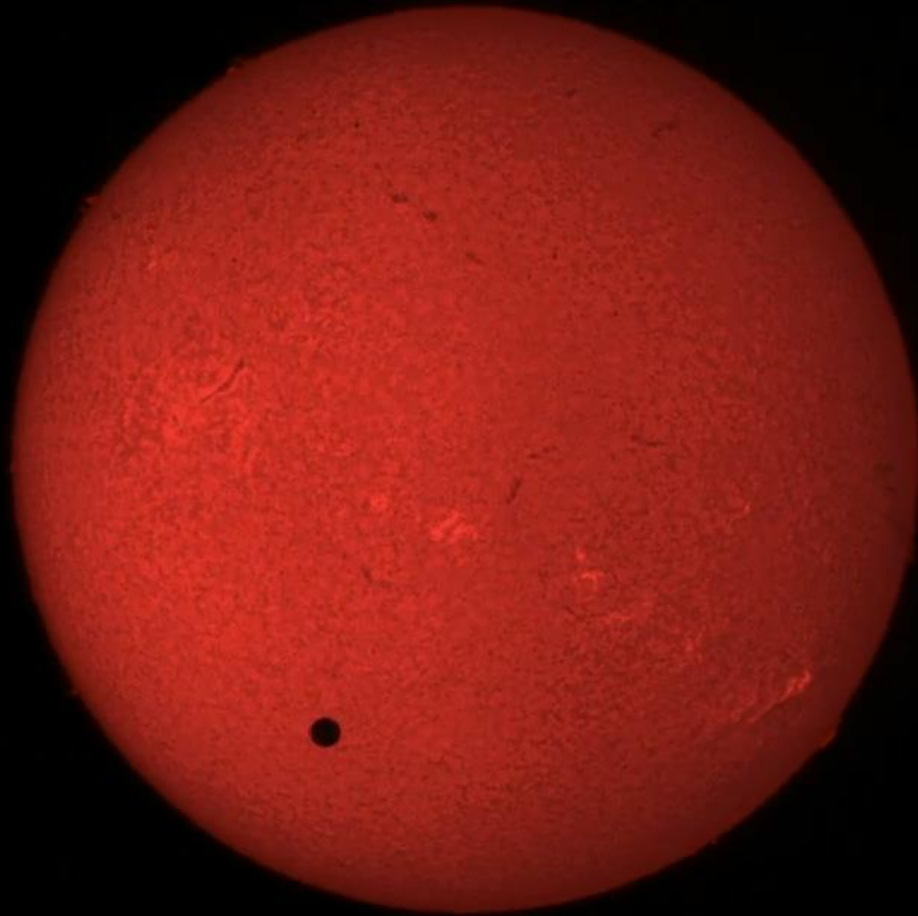


Photo prise par moi en 2004 à Paris avec un appareil compact à l'oculaire d'un télescope



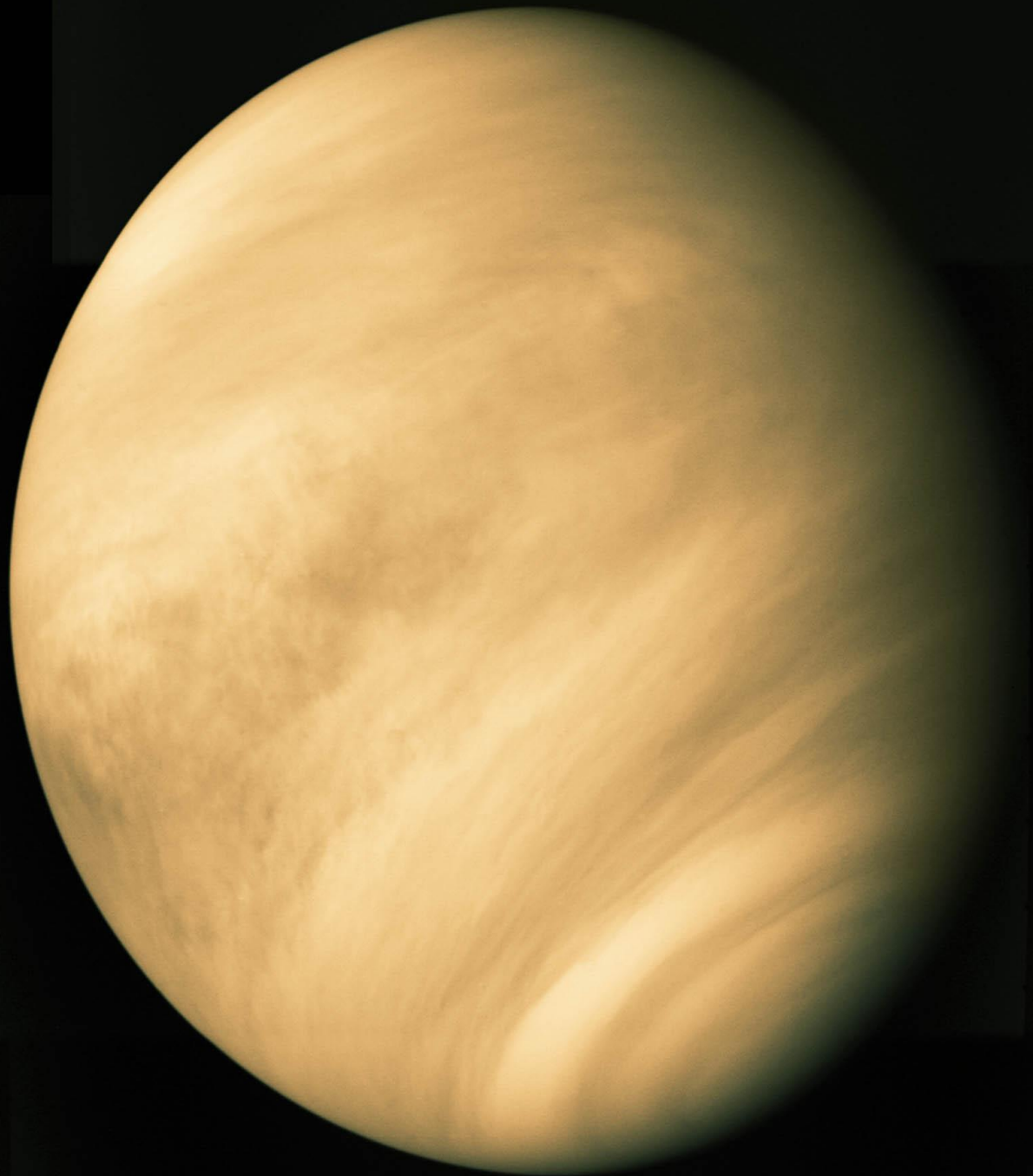
Les étapes de l'exploration

Sonde		Date	Type		Notes	
<u>Mariner 2</u>	<u>NASA</u>	<u>14 décembre 1962</u>	Survol	Succès	Premier survol de Vénus. Distance minimum 34 773 km	
<u>Venera 4</u>	<u>URSS</u>	<u>18 octobre 1967</u>	Sonde atmosphérique	Succès	Transmission jusqu'à 25 km d'altitude	
<u>Mariner 5</u>	<u>NASA</u>	<u>19 octobre 1967</u>	Survol	Succès	Distance minimum 5 000 km	
<u>Venera 5</u>	<u>URSS</u>	<u>16 mai 1969</u>	Sonde atmosphérique	Succès		
<u>Venera 6</u>	<u>URSS</u>	<u>17 mai 1969</u>	Sonde atmosphérique	Succès		
<u>Venera 8</u>	<u>URSS</u>	<u>22 juillet 1972</u>	Atterrisseur	Succès	Signaux émis de la surface pendant 50 minutes	
<u>Mariner 10</u>	<u>NASA</u>	<u>5 février 1974</u>	Survol	Succès	Distance minimum 5 768 km. En route vers Mercure, première manœuvre d'assistance gravitationnelle d'une sonde spatiale	
<u>Venera 9</u>	<u>URSS</u>	<u>1975</u>	Orbiteur	Succès		
		<u>22 octobre 1975</u>	Atterrisseur	Succès	Premières images de la surface	
<u>Venera 10</u>	<u>URSS</u>	<u>1975</u>	Orbiteur	Succès		
		<u>23 octobre 1975</u>	Atterrisseur	Succès		
<u>Pioneer Venus Orbiter</u>	<u>NASA</u>	<u>4 décembre 1978</u> – <u>1992</u>	Orbiteur	Succès		
<u>Pioneer Venus Multiprobe</u>	<u>NASA</u>	<u>9 décembre 1978</u>				
			Bus	Transporteur de sondes	Succès	
			Large Probe	Sonde atmosphérique	Succès	
			North Probe	Sonde atmosphérique	Succès	
			Day Probe	Sonde atmosphérique	Succès	Continue d'émettre de la surface pendant plus d'une heure
			Night Probe	Sonde atmosphérique	Succès	
<u>Venera 12</u>	<u>SAS</u>					
	Plateforme de vol	<u>21 décembre 1978</u>	Survol	Succès	Distance minimum 34 000 km	
			Module de descente	Atterrisseur	Succès partiel	Panne de certain instruments
<u>Venera 11</u>	<u>SAS</u>					
	Plateforme de vol	<u>25 décembre, 1978</u>	Survol	Succès	Distance minimum 34 000 km	
			Module de descente	Atterrisseur	Succès partiel	Panne de certain instruments

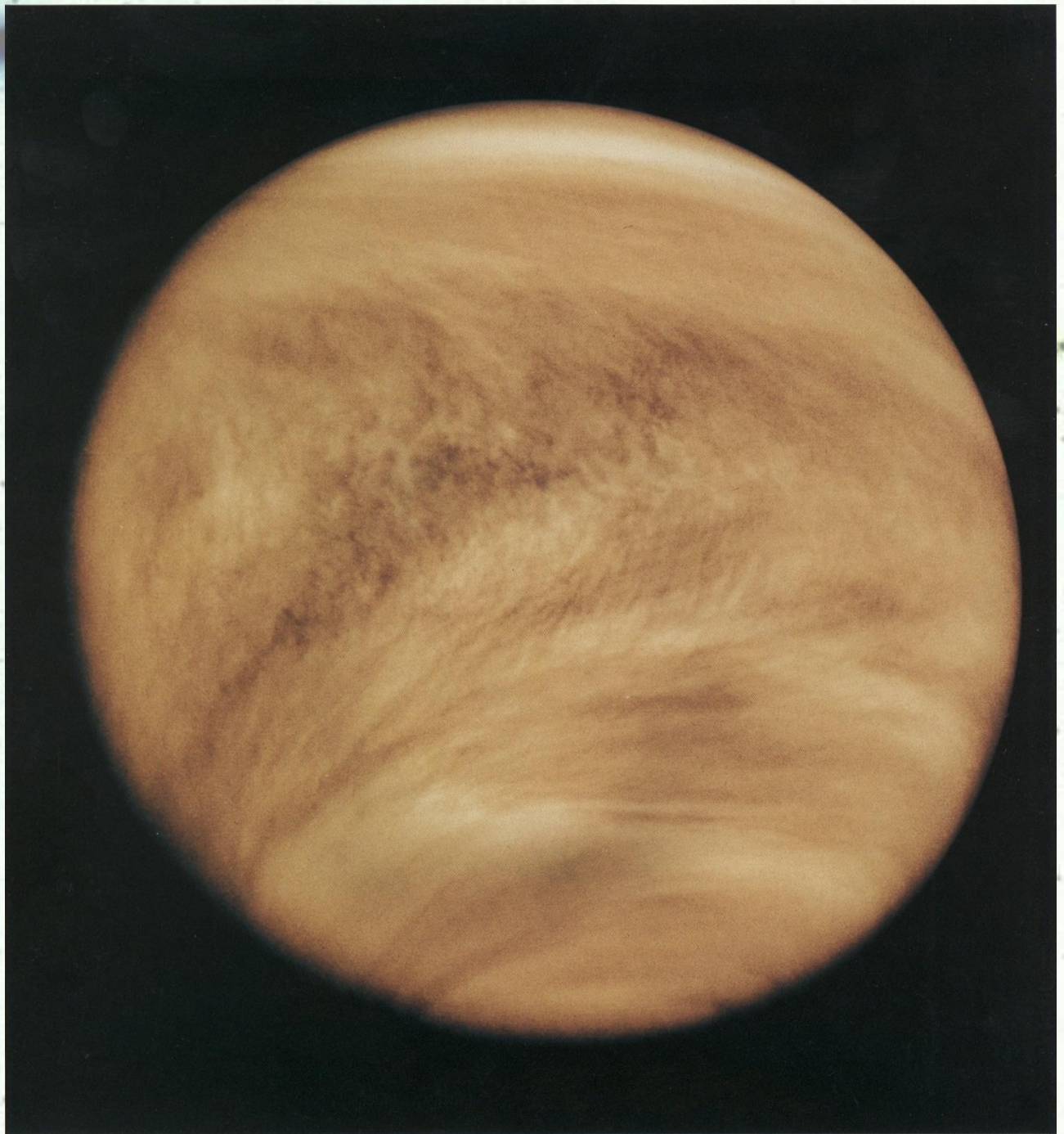
Sonde		Date	Type		Notes
<u>Venera 13</u>	<u>SAS</u>				
	Bus	<u>1^{er} mars 1982</u>	Survol	Succès	
	Module de descente	<u>1^{er} mars 1982</u>	Atterrisseur	Succès	127 minutes de durée de vie sur la surface
<u>Venera 14</u>	<u>SAS</u>				
	Bus	<u>5 mars 1982</u>	Survol	Succès	
	Module de descente	<u>5 mars 1982</u>	Atterrisseur	Succès	57 minutes de durée de vie sur la surface. Un bras de perforation se mit en contact avec la surface et obtint un échantillon, qui fut placé dans une chambre hermétique et maintenu à 30 °C et 0,05 atm.
<u>Venera 15</u>	<u>SAS</u>	<u>1983–1984</u>	Orbiteur	Succès	Imagerie radar
<u>Venera 16</u>	<u>SAS</u>	<u>1983–1984</u>	Orbiteur	Succès	Imagerie radar
			Survol	Succès	Sonde à destination de la comète de Halley
<u>Vega 1</u>	<u>SAS</u>	<u>11 juin 1985</u>	Atterrisseur	Échec	Instruments déployés prématurément
			Ballon atmosphérique	Succès	
			Survol	Succès	Sonde à destination de la comète de Halley
<u>Vega 2</u>	<u>SAS</u>	<u>15 juin 1985</u>	Atterrisseur	Succès	N'a fourni aucune donnée
			Ballon atmosphérique	Succès	
<u>Galileo</u>	<u>NASA</u>	<u>10 février 1990</u>	Survol	Succès	Distance minimum 16 000 km. En route vers Jupiter
<u>Magellan</u>	<u>NASA</u>	<u>10 août 1990 – 12 octobre 1994</u>	Orbiteur	Succès	Imagerie radar de 98 % de la surface
	<u>NASA/</u>	<u>26 avril 1998</u>			
<u>Cassini</u>	<u>ESA/</u> <u>ASI</u>	<u>24 juin 1999</u>	Survol	Succès	Assistance gravitationnelle, sonde à destination de Saturne
<u>Venus Express</u>	<u>ESA</u>	<u>11 avril 2006 – 28 novembre 2014</u>	Orbiteur	Succès	Étude détaillée de l'atmosphère. Cartographie complète des températures de surface.
<u>MESSENGER</u>	<u>NASA</u>	<u>24 octobre 2006</u>	Survol	Succès	Distance minimum 2 990 km. Assistance gravitationnelle uniquement
		<u>5 juin 2007</u>		Succès	Distance minimum 300 km. En route vers Mercure
<u>Akatsuki</u>	<u>JAXA</u>	<u>2010</u>	Orbiteur	En cours	Mise en orbite manquée en 2010, nouvelle tentative en décembre 2015, réussie
<u>Venera-D</u>	<u>RFSA</u>		Orbiteur	Projet.	Lancement prévu en 2024 .

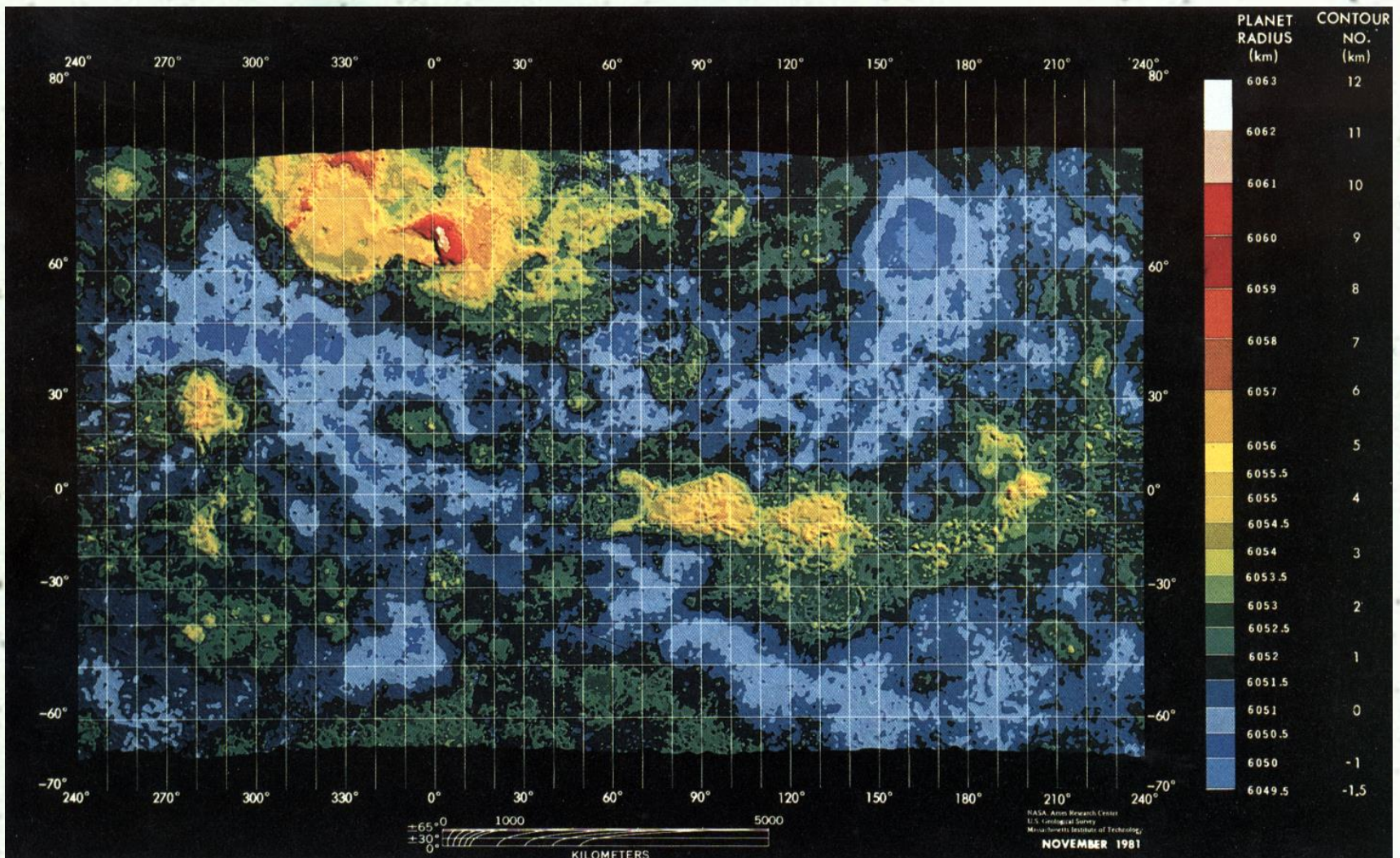
Vénus la pudique...

La planète fut survolée pour la première fois en **1962 par la sonde Mariner-2**. Mais le désenchantement fut à la hauteur des espérances : Vénus protège ses atours sous une épaisse couche de nuages. **Seule la masse de la planète put être mesurée** à partir des effets gravitationnels sur la trajectoire de la sonde : 80% de celle de la Terre. La densité de l'atmosphère de Vénus est si élevée (1/10 de celle de l'eau) qu'elle engendre une pression qui vaut 93 fois celle de la Terre !



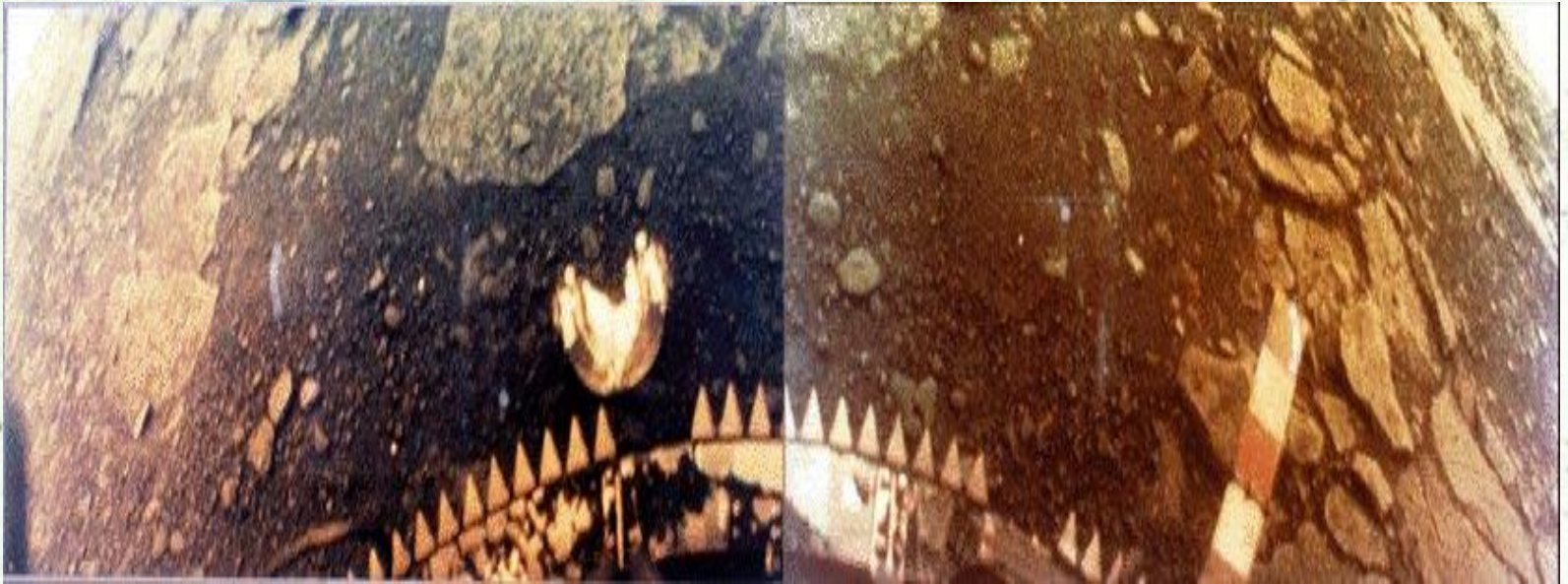
Venus vue par
Pionneer 13
en 1978, à son
arrivée.





Premier profil topographique de Vénus donnée par la sonde Pioneer Venus Orbiter en 1981:

- **au nord-ouest**, les plateaux d'*Ishtar Terra* et de *Lakshmi Planum* (en ocre clair), avec le mont Maxwell;
- **au sud de l'équateur**, le plateau d'*Aphrodite Terra*, avec le volcan *Maat Mons*;
- **au sud-est**, *Alpha Regio*, et, plus à l'ouest, *Beta Regio*, puis les plaines.



Cette image de la surface de Vénus à été prise par la sonde *Venera 13* par 7,5° sud et 303° est, à l'est de *Phoebe Regio*, le 1er mars 1983. *Venera 13* a fonctionné à la surface pendant 2 heures et 7 minutes, assez longtemps pour obtenir 14 images.

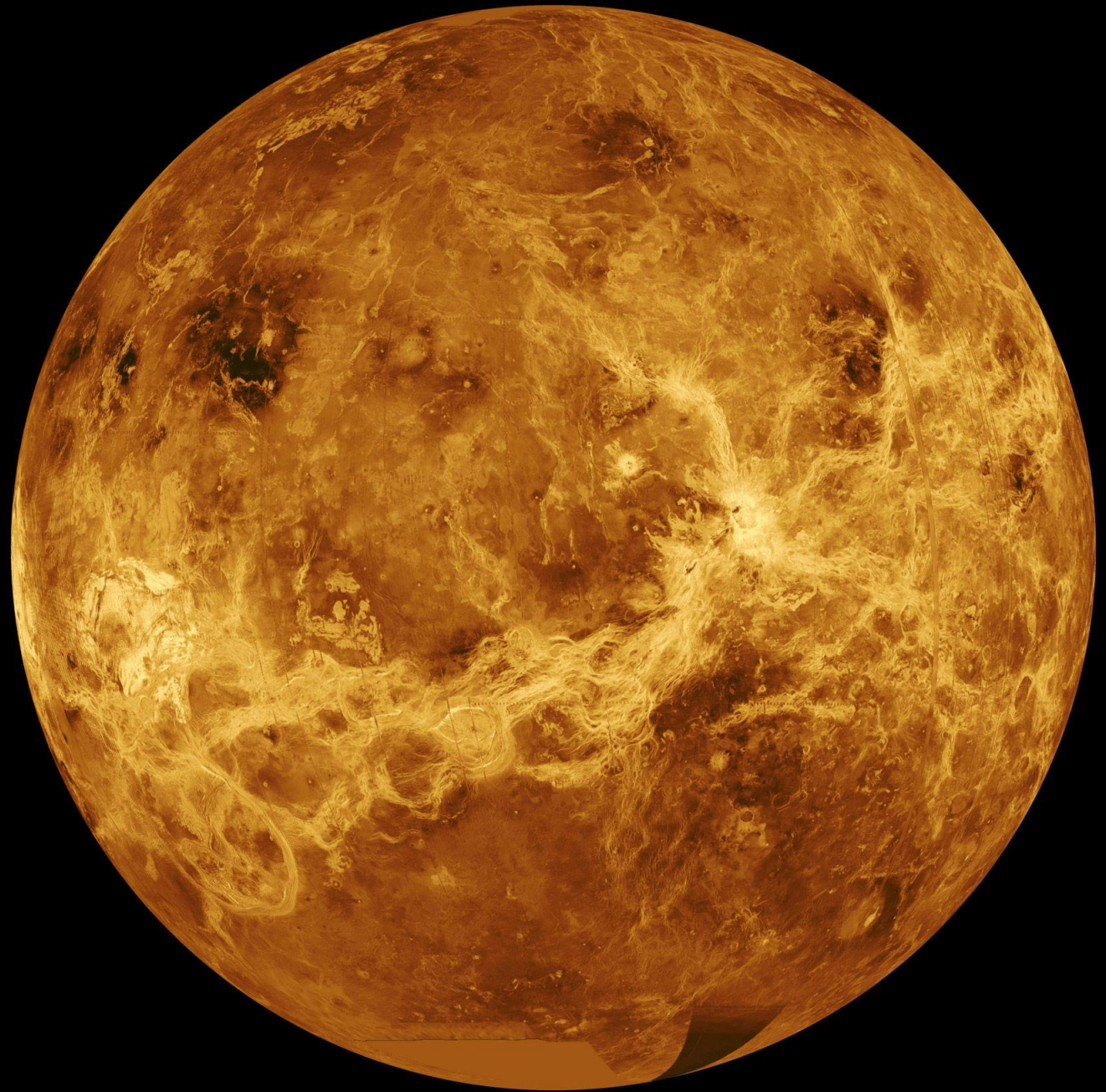
Ce panorama en couleur sur 170° a été produit en utilisant des filtres bleu sombre, vert et rouge, et possède une résolution de 4'. Une partie de la sonde apparaît en bas de l'image. Des dalles de roche plates et le sol sont visibles. La véritable couleur est difficile à estimer car l'atmosphère vénusienne filtre en dehors de la lumière bleue. La composition du sol est similaire au basalte terrestre. Sur le sol, au premier plan, se trouve la protection de l'objectif de la caméra.

On voit très bien des plaques de lave refroidie

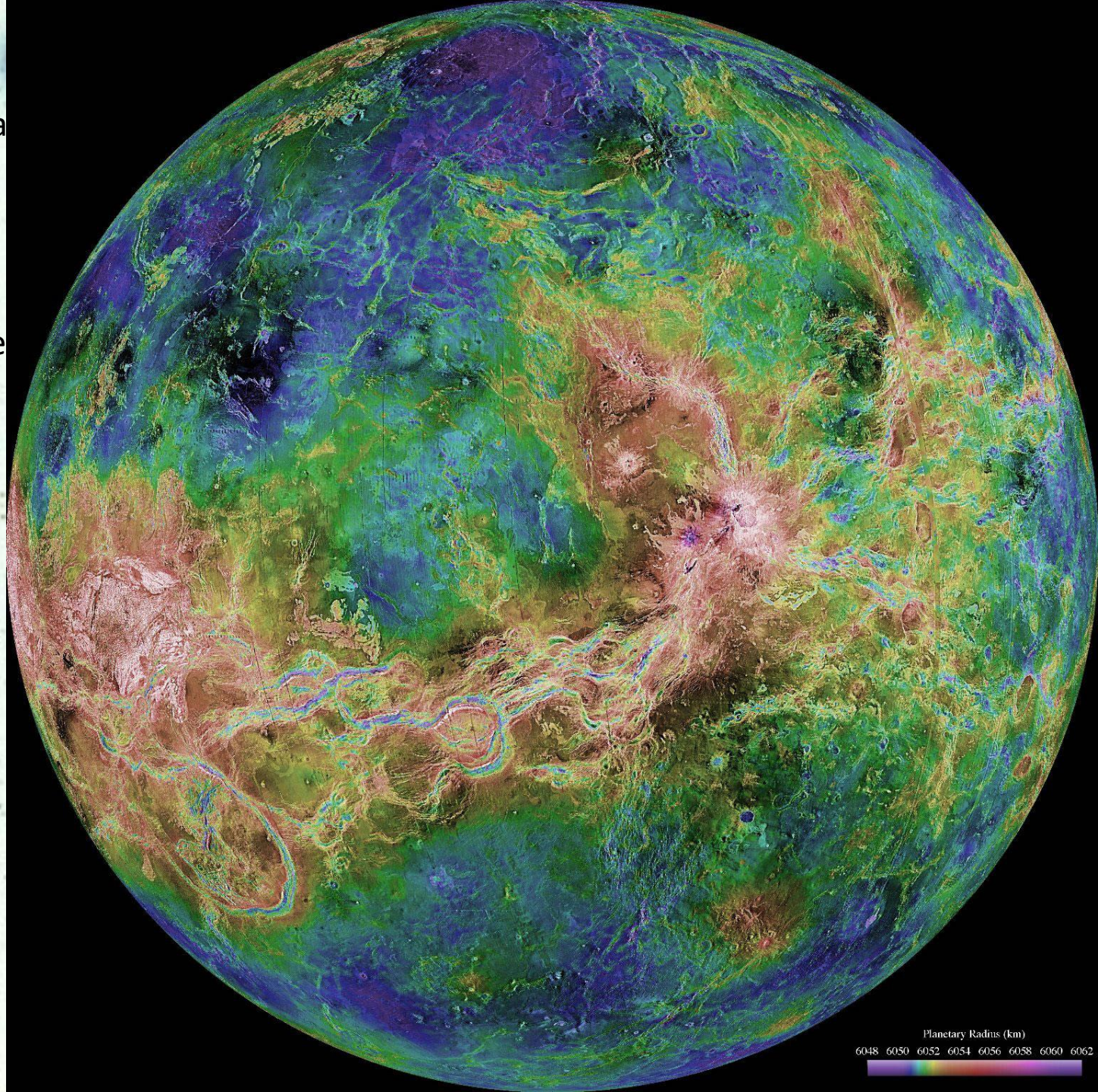


Dès **1960**, les études radar depuis la Terre ont démontré que la couche la plus externe de l'atmosphère tourne en 4 jours, alors que la planète fait une révolution en 243 jours également dans le sens rétrograde.

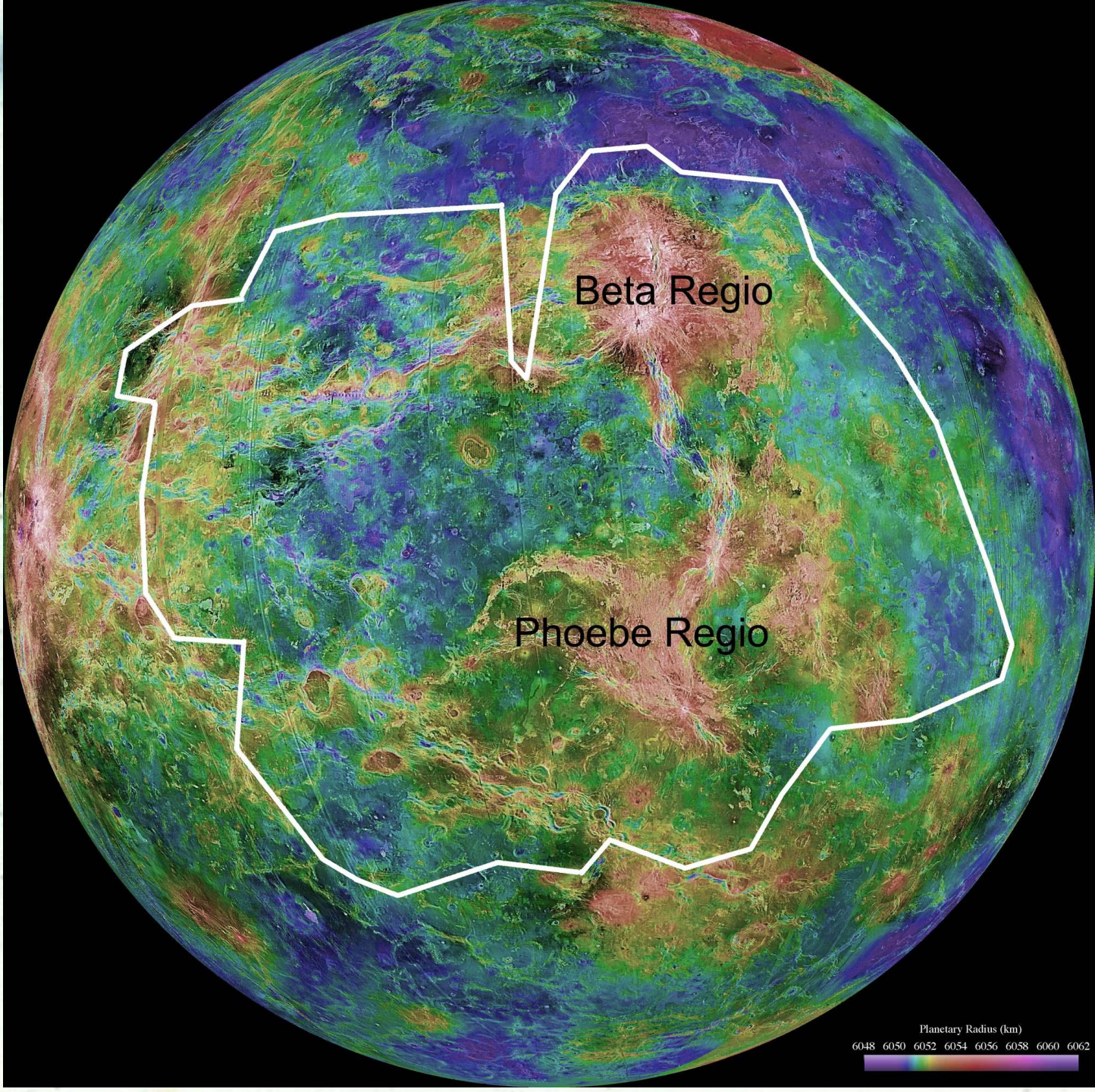
Les nuages de Vénus défilent ainsi 60 fois plus vite que la planète qui tourne la « tête en bas ». Et l'atmosphère de Vénus est surtout constituée de dioxyde de carbone (plus de 96%).



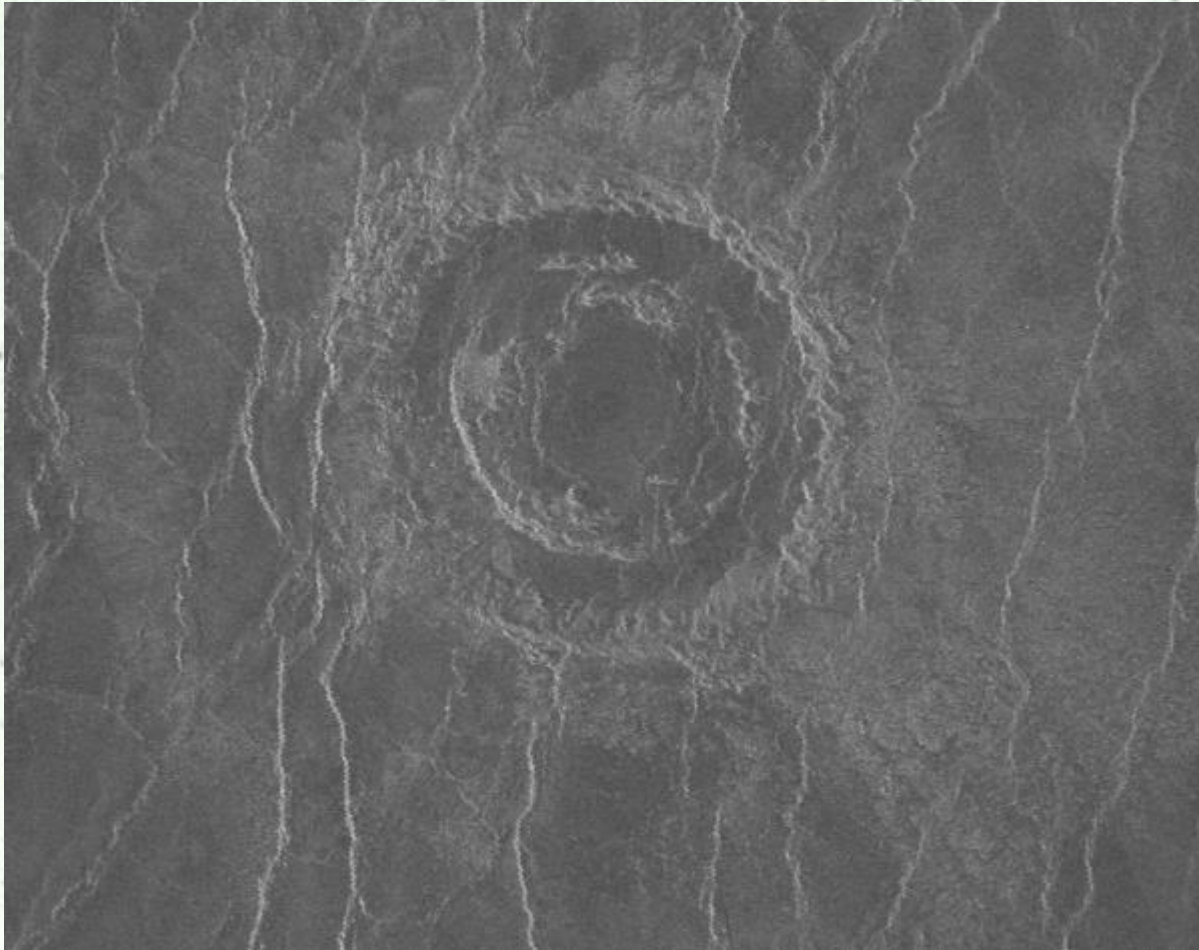
La sonde Pioneer 13,
puis la sonde **Magellan**
(1990) ont pu dresser la
carte radar de Vénus.
La plus précise de la
planète avec une
résolution moyenne de
120 mètres fut obtenue
par Magellan.



Planetary Radius (km)
6048 6050 6052 6054 6056 6058 6060 6062

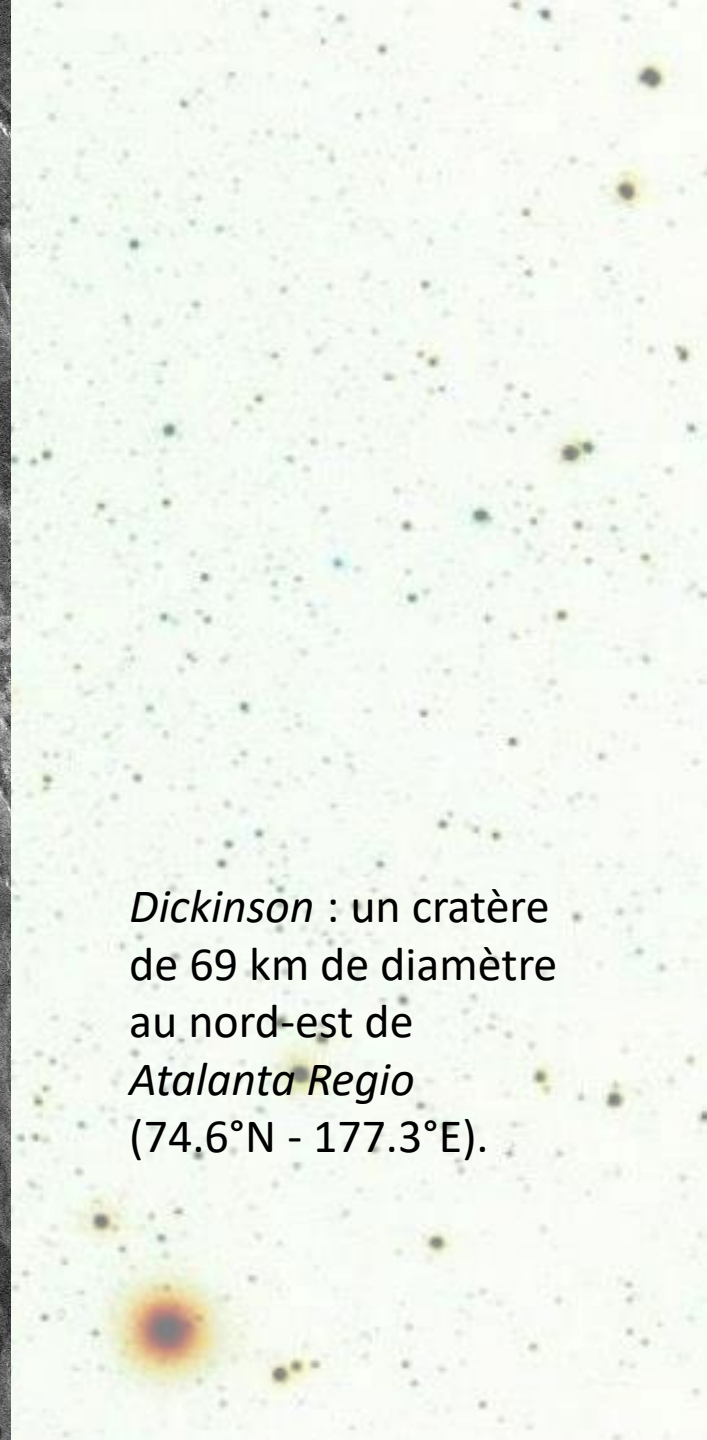


Le nombre de cratères observés sur Vénus est relativement faible, seulement une centaine ont été repérés, le sol de la planète semble donc être géologiquement récent : environ 500 millions d'années. Étant dépourvue de tectonique des plaques, le volcanisme semble être l'élément déterminant pour le renouvellement de la surface.



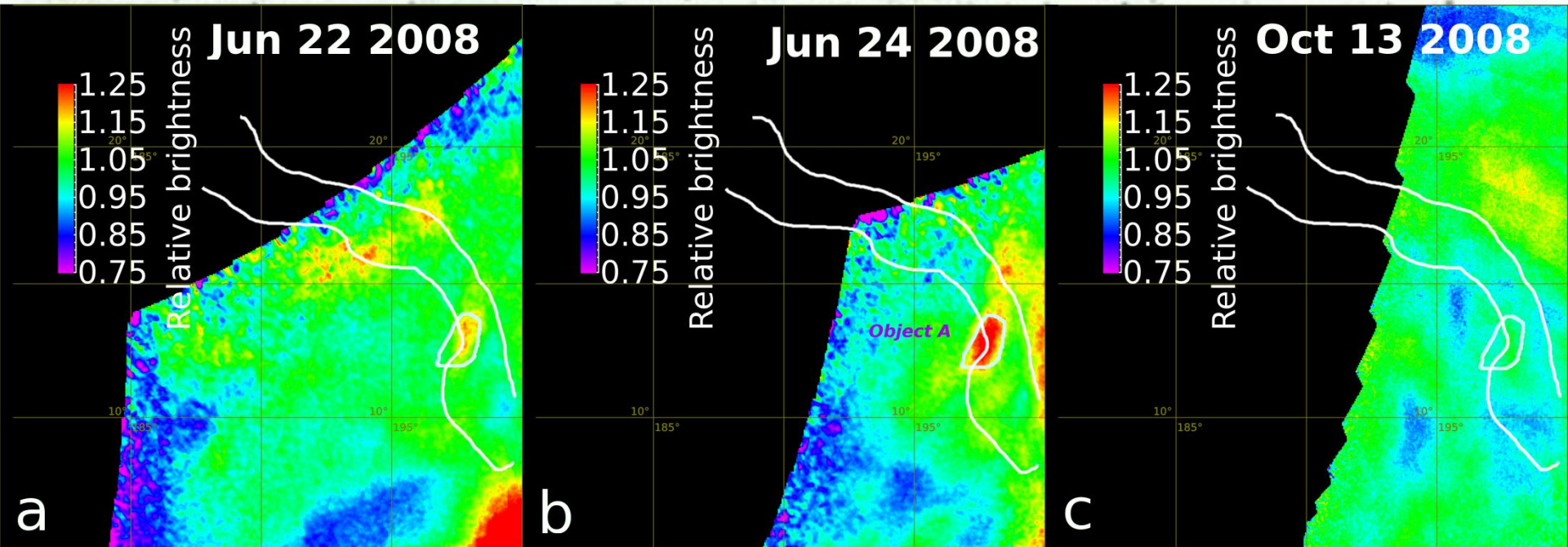


Dickinson : un cratère
de 69 km de diamètre
au nord-est de
Atalanta Regio
(74.6°N - 177.3°E).



Vénus Express a détecté l'apparition de points chauds transitoires dans différents points de la surface.

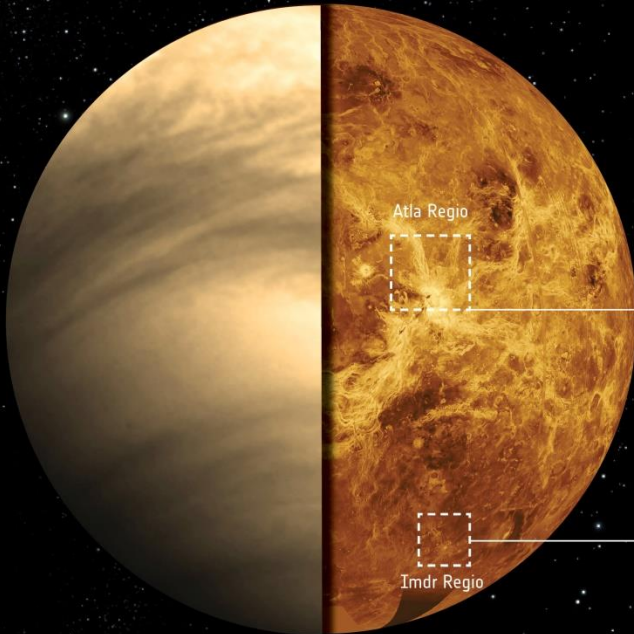
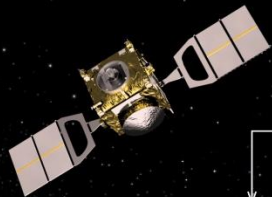
Ceux-ci pourraient correspondre à des éruptions volcaniques en cours mais cette interprétation demande à être confirmée. En tous les cas le sol est jeune pour l'évolution des planètes, cela peut faire 500 millions d'années.



Des changements rapides de conditions sur Vénus amènent à penser que peut-être il existe encore un volcanisme actif.

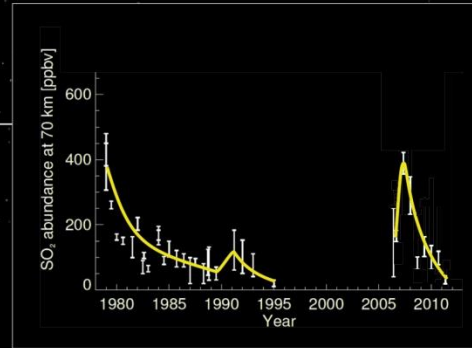
Concentration de dioxyde de soufre, points chauds...

→ EVIDENCE FOR ACTIVE VOLCANOES ON VENUS



Left: False-colour image of Venus cloud tops (credits: ESA/MPS/DLR/IDA);
 right: Magellan radar map of Venus (credits: NASA/JPL)
 The cloud tops image is a local view over high southern latitudes
 whereas the radar image is a global view centred on the equator.

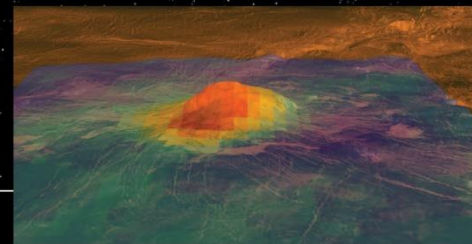
ATMOSPHERIC CHANGES



The rise and fall of sulphur dioxide (SO₂) in the upper atmosphere of Venus over the last 40 years, seen by NASA's Pioneer Venus and other spacecraft between 1978 and 1995, and ESA's Venus Express between 2006 and 2012. A possible explanation is the injection of SO₂ into the atmosphere by volcanic eruptions.

Credits: E. Marq et al (2012)

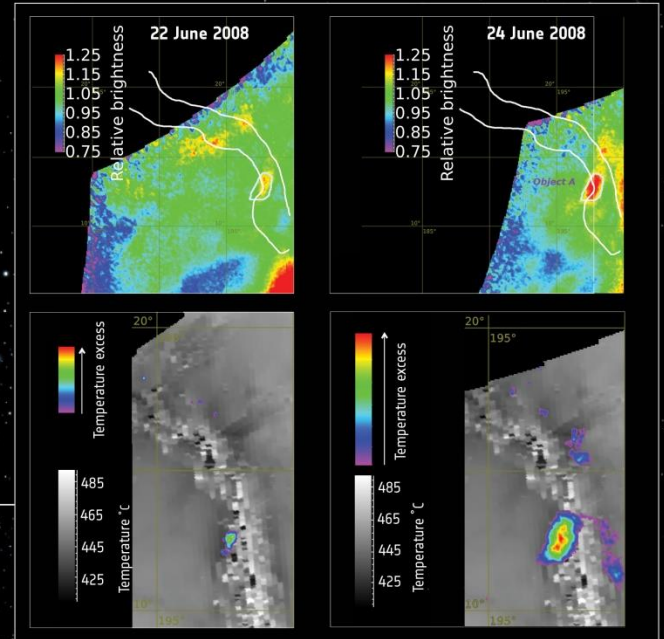
YOUNG LAVA



Venus Express found that the area around Idunn Mons in Imdr Regio was unusually dark compared with its surrounds, suggesting a different, younger, composition, pointing to lava flows within the last 2.5 million years. The map shows near-infrared emissivity; red-orange is high emissivity (darkest), purple is the lowest emissivity.

Credits: ESA/NASA/JPL/S. Smrekar et al (2010)

TRANSIENT HOT SPOTS

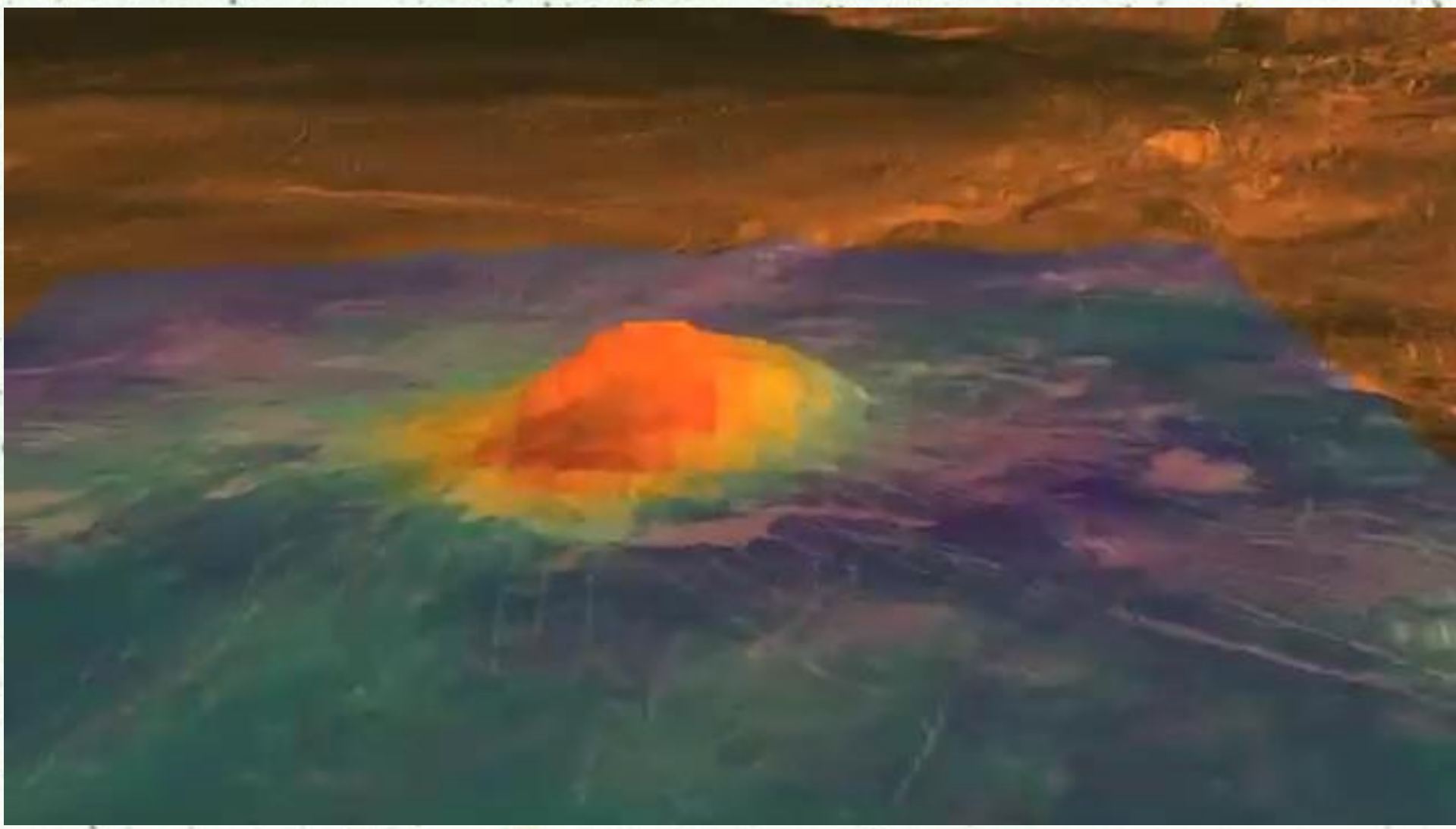


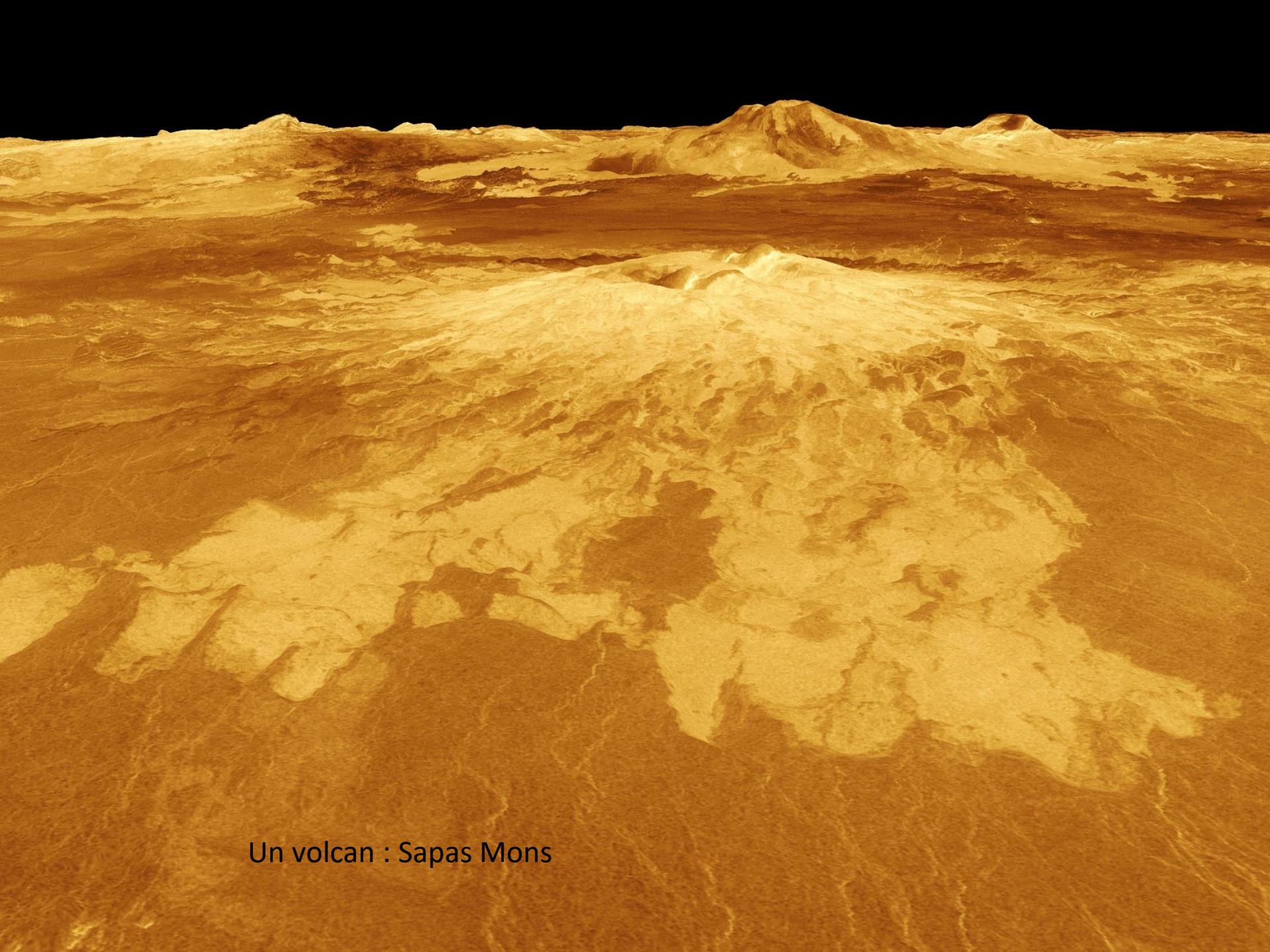
Four transient hotspots were detected by Venus Express in the Ganiki Chasma rift zone in Atla Regio (labelled Objects A–D in the radar map, right). Changes in relative brightness (top row) and temperature (bottom row) are shown for Object A. Some changes due to clouds are also visible in the top row. The bottom row shows the temperature excess compared with the average surface background temperature. Taking into account atmospheric effects, hotspot A is likely only 1 square km with a temperature of 830°C.

Credits: E. Shalygin et al (2015)



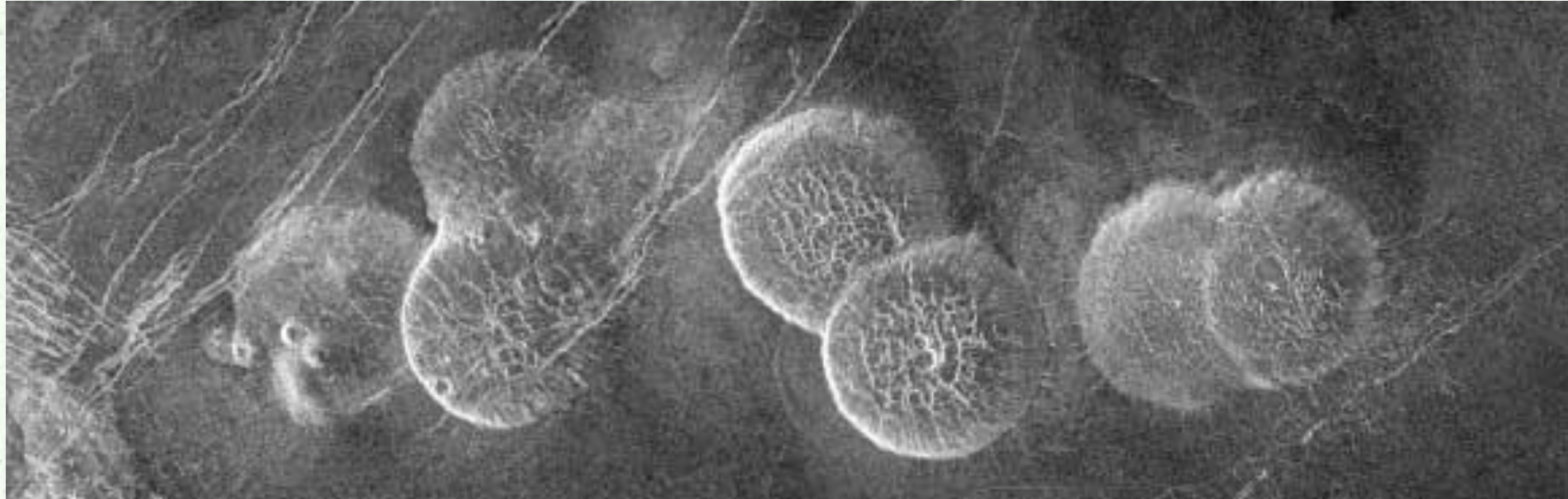
Voici un exemple de ces points chauds avec Idunn Mons, situé dans Imdr Regio par 46° de latitude Sud et $214,5^{\circ}$ de longitude Est. Les données en brun sont celles recueillies par radar par la sonde Magellan de la NASA. Les données superposées en couleurs sont celles obtenues par le spectromètre infrarouge VIRTIS installé sur la sonde Venus Express de l'ESA. L'échelle des verticales est amplifiée d'un facteur 30 pour accroître le relief de la zone. Idunn Mons culmine en réalité à 2 500 mètres au dessus des plaines et s'étend sur une largeur de 200 kilomètres !



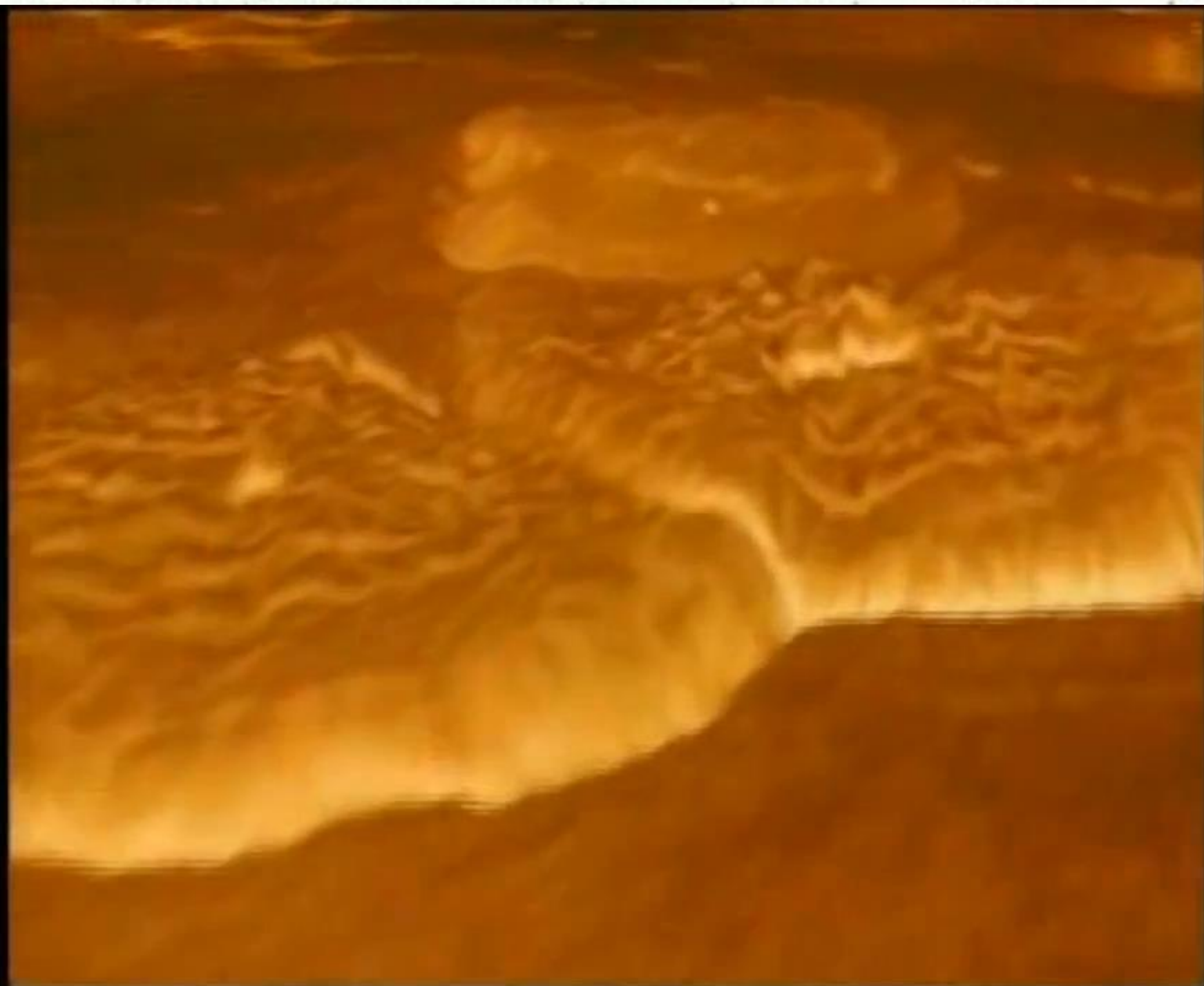


Un volcan : Sapas Mons

**Par ailleurs du fait de la pression importante on a des dômes de laves.
La lave fluide a été aplatie et elle met très longtemps à refroidir, jusqu'à 500 millions d'années**



Série de 7 dômes volcaniques (\emptyset 25 km) en bordure de *Alpha Regio* (30.0°S - 11.8°E).



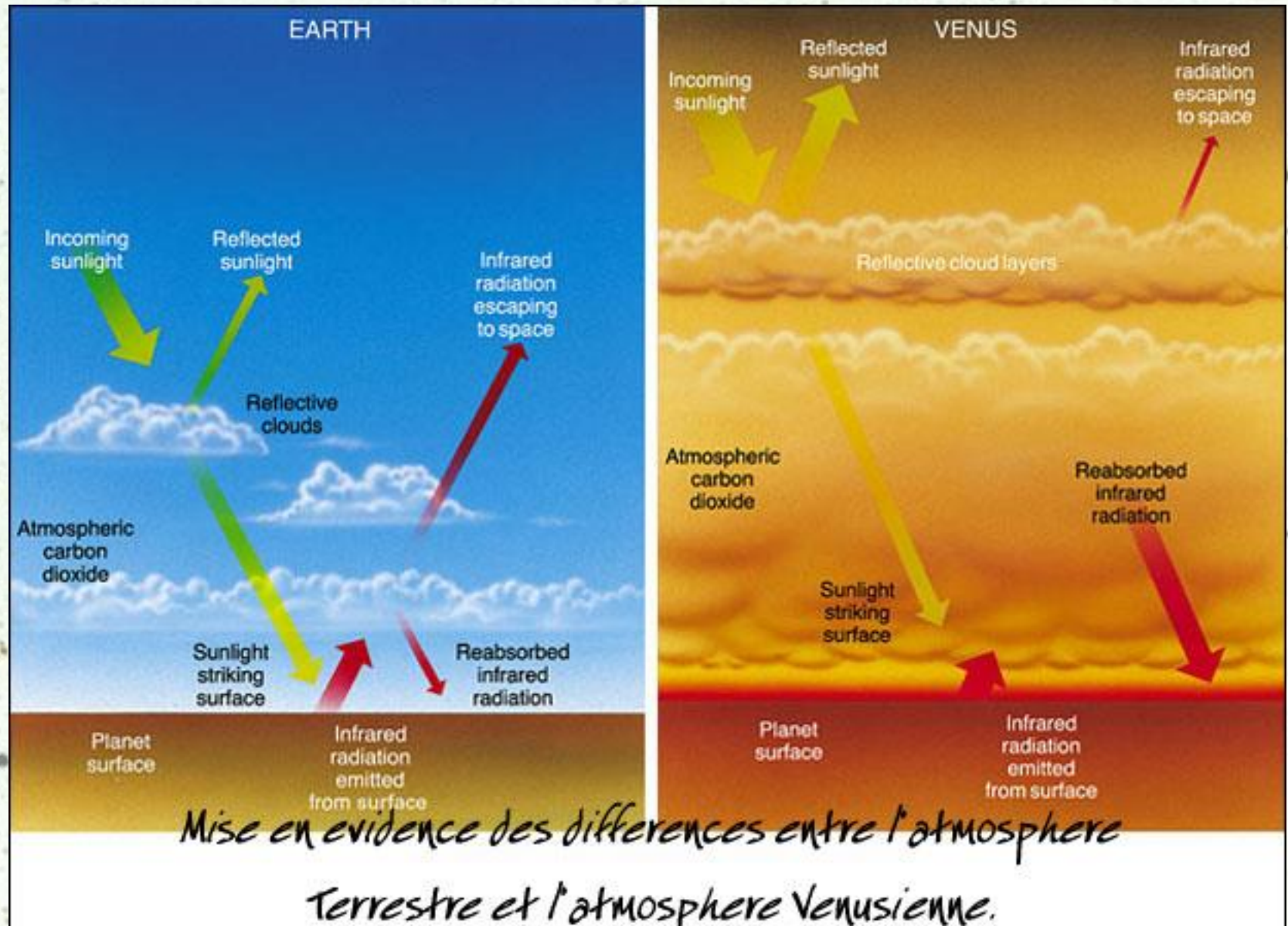
Vénus ressemble à la Terre par sa taille (6 051 km de rayon contre 6 378 km pour la Terre) et par sa densité (5,26 contre 5,52).

Vénus présente, semble-t-il, une structure interne semblable à celle de la Terre : croûte, manteau et noyau.

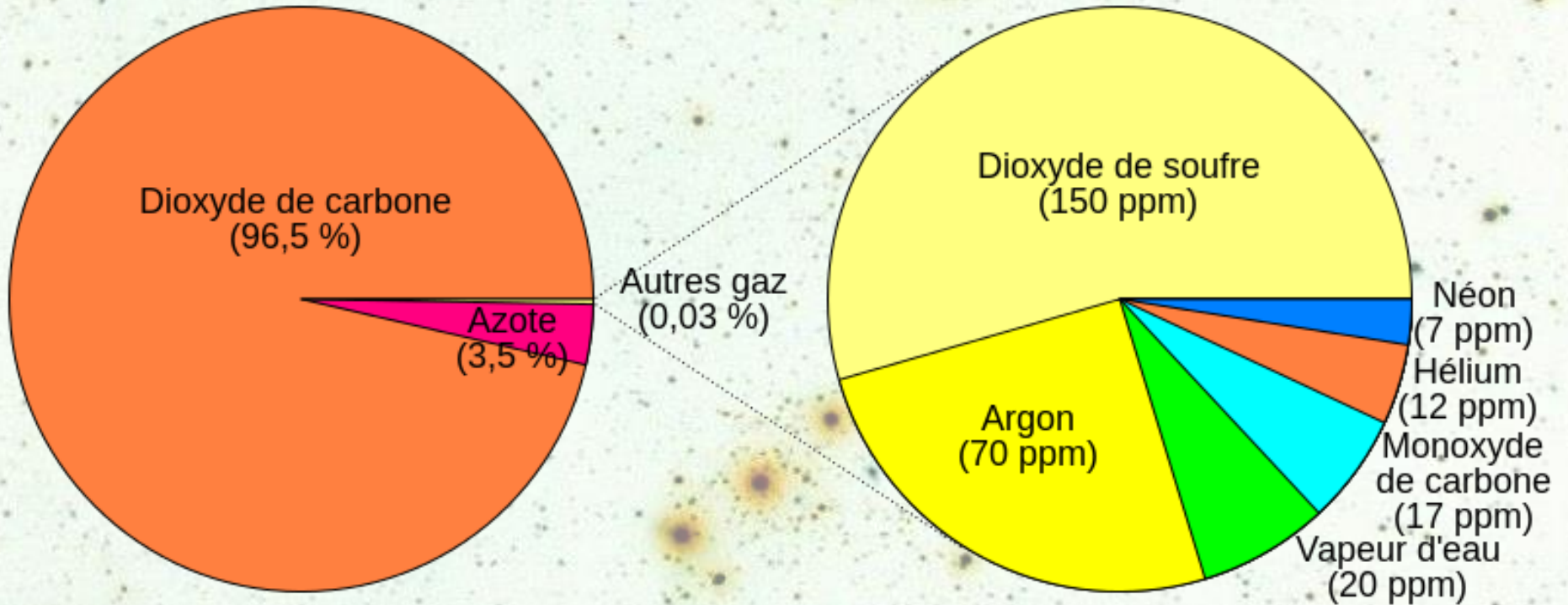


Atmosphère de Vénus

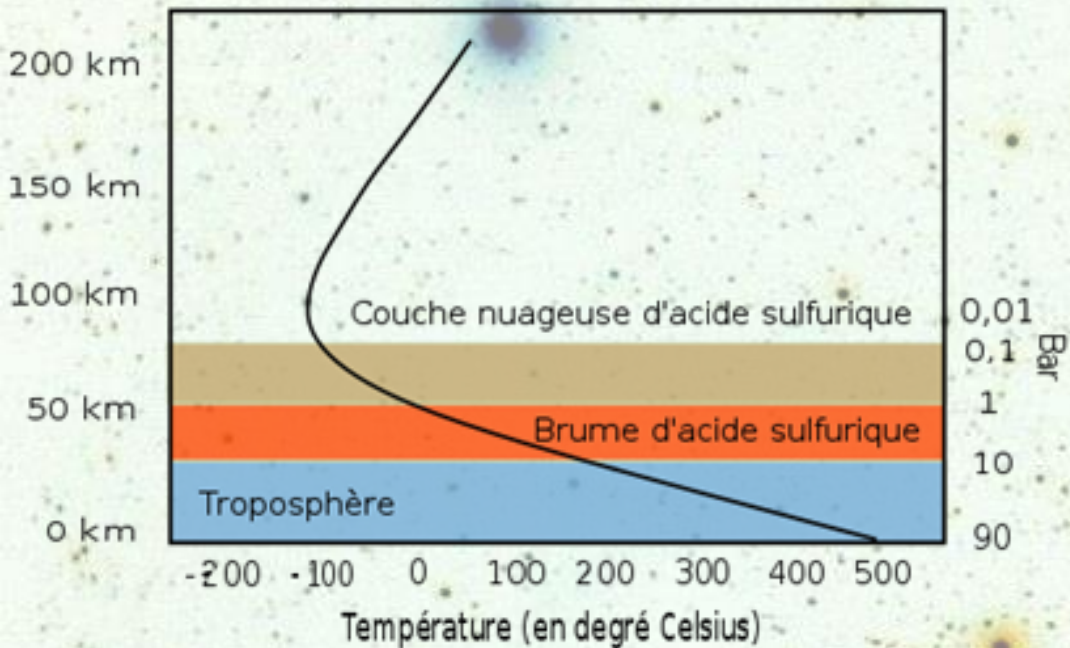
La Terre et Vénus ont une atmosphère, mais n'ayant pas la même composition et la même pression, cela ne donne pas le même résultat.



Composition de l'atmosphère de Vénus



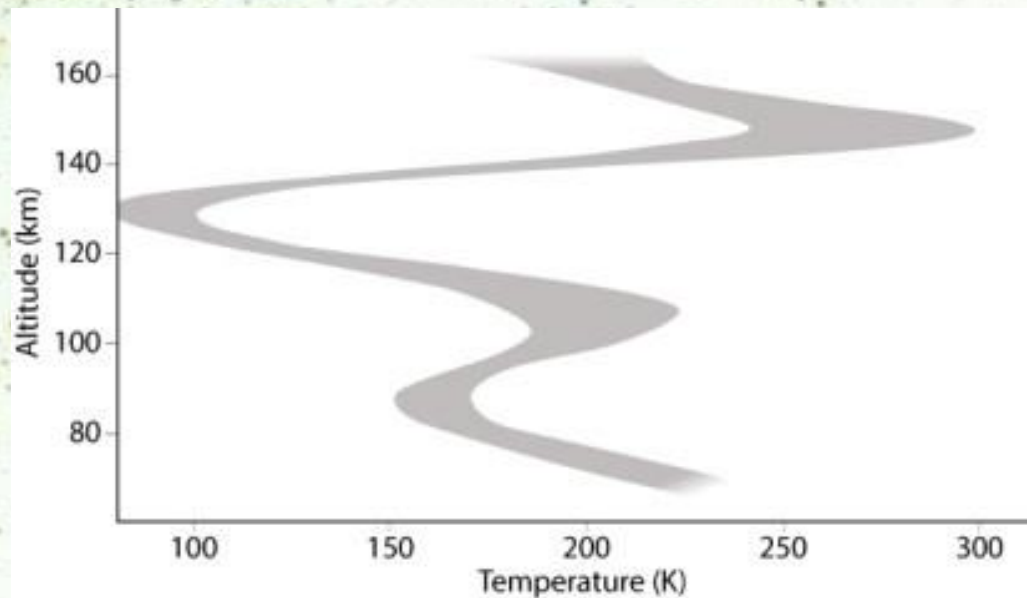
Du fait de la chaleur et de la lumière du Soleil, nous avons des réactions chimiques, qui transforme le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre en acide sulfurique. Nous avons donc sur Vénus des pluies d'acide sulfurique qui n'atteignent pas la surface. Mais il y a des orages avec des éclairs.



Grâce à *Venus Express* on a découvert que l'atmosphère de la planète comportait des régions particulièrement froides (-175°C) situées à une altitude de 125 km. Ces températures sont beaucoup plus basses que celles qui peuvent être rencontrées dans l'atmosphère terrestre alors que Vénus est plus proche du Soleil.

En compilant des mesures effectuées les 5 dernières années de *Venus Express*, les scientifiques de l'Esa ont découvert une couche atmosphérique très froide à 125 km d'altitude.

Profil des températures de l'atmosphère de Vénus obtenu à partir des mesures effectuées par la sonde européenne *Venus Express*. On observe une couche d'air très froid vers 125 km d'altitude. © Esa, Aoes

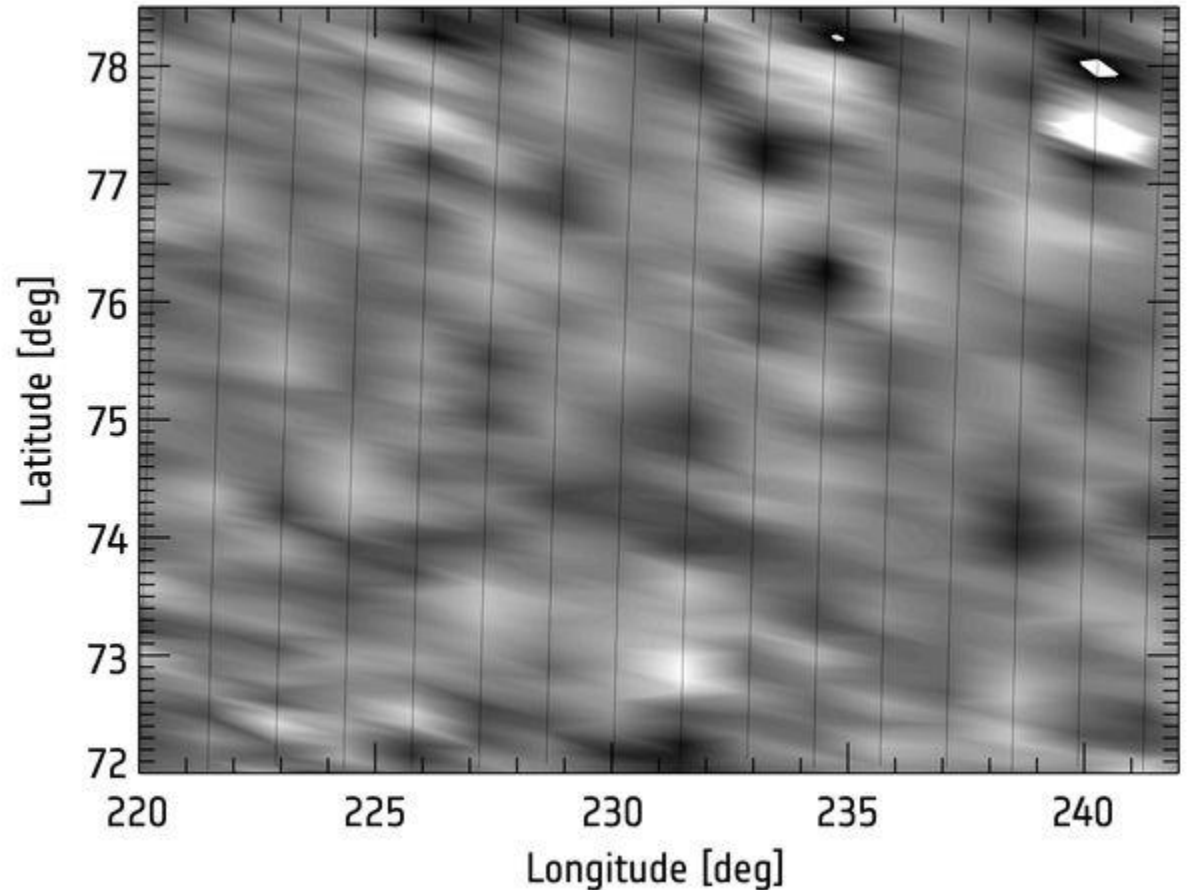


Quelques mois avant de plonger, la sonde Venus Express, qui expérimentait l'aérofreinage, a recueilli des informations inédites sur l'atmosphère des régions polaires. Surprise, il y fait plus froid que prévu (-157 °C), elle est moins dense (22 % de moins à 130 km d'altitude et 40 % de moins à 140 km) et des ondes de gravité la parcourt.

Ces observations sont en accord avec celles des couches supérieures, à 180 km, où la densité est plus faible de presque un facteur deux.

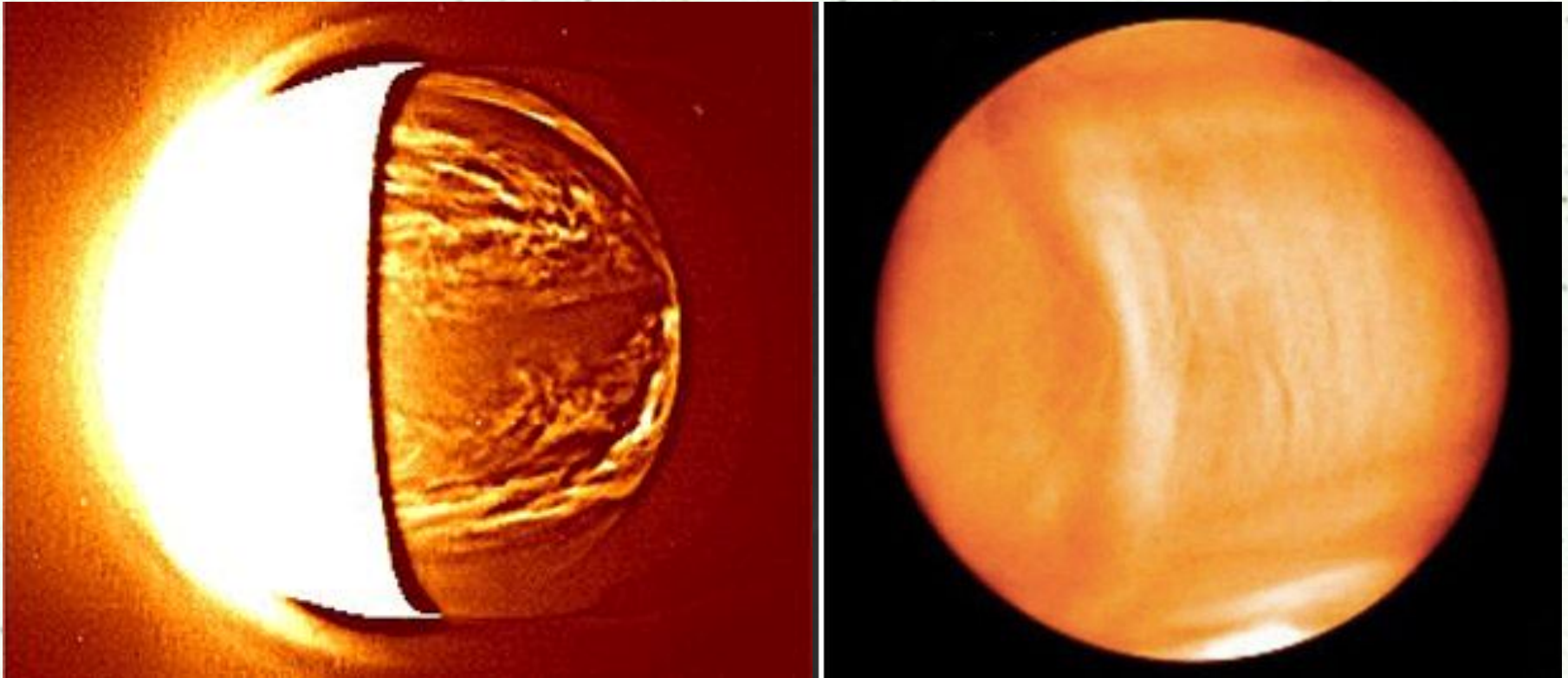
Données brutes de l'atmosphère polaire de Vénus, capturées entre 130 et 140 km d'altitude, dans le cadre de la campagne VExADE.

- Les lignes noires marquent les trajectoires de Venus Express au cours de cette période. Le fond gris à l'arrière-plan est une carte normalisée des ondes de gravité atmosphériques détectées.
- Les fluctuations sont marquées par des taches plus claires pour les plus denses, et plus sombres pour les moins denses. © Esa, Venus Express, VExADE, Müller-Wodarg et al., 2016



Après 5 ans d'errance malheureuse autour du Soleil, le 7 décembre 2015, la sonde Akatsuki a finalement pu être remise en selle autour de Vénus, sur une orbite elliptique, bien différente de ce qui était prévu.

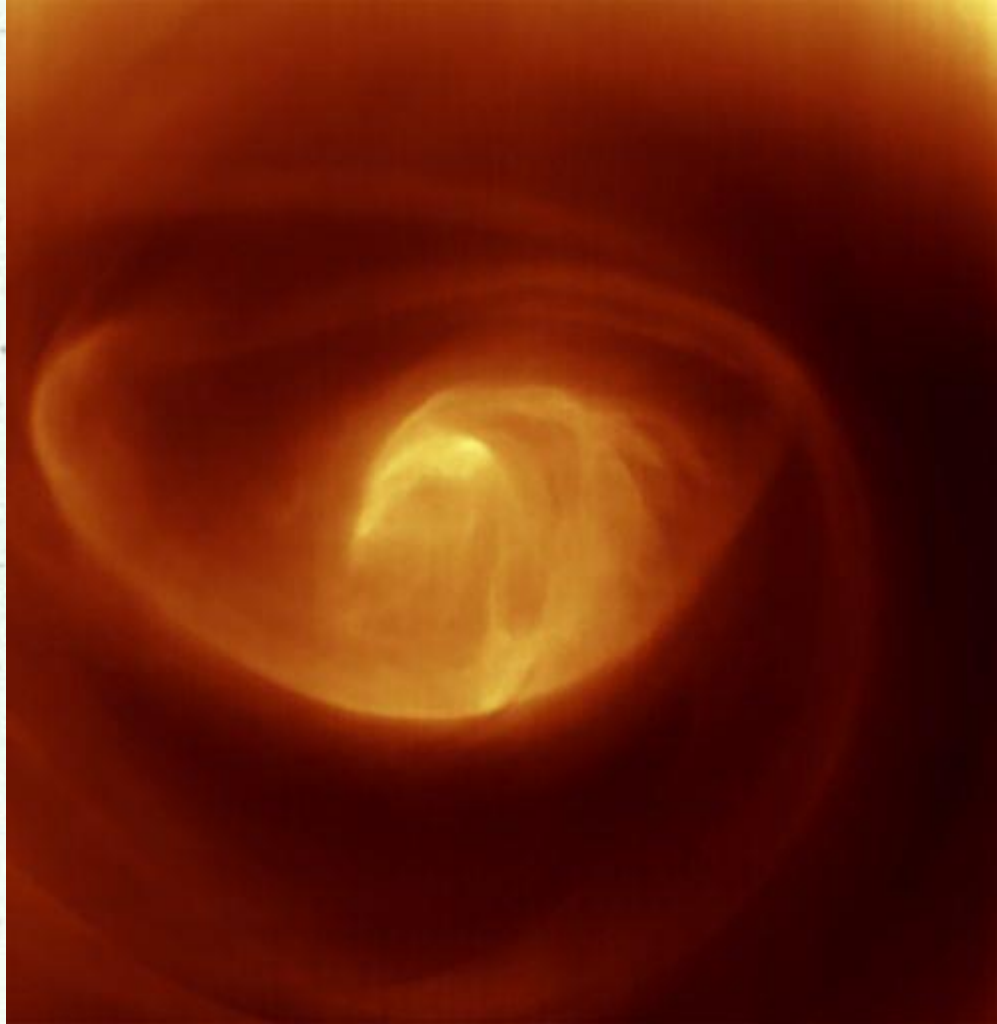
Les japonais ont montré deux images prises par leur sonde rescapée Akatsuki en avril 2016.

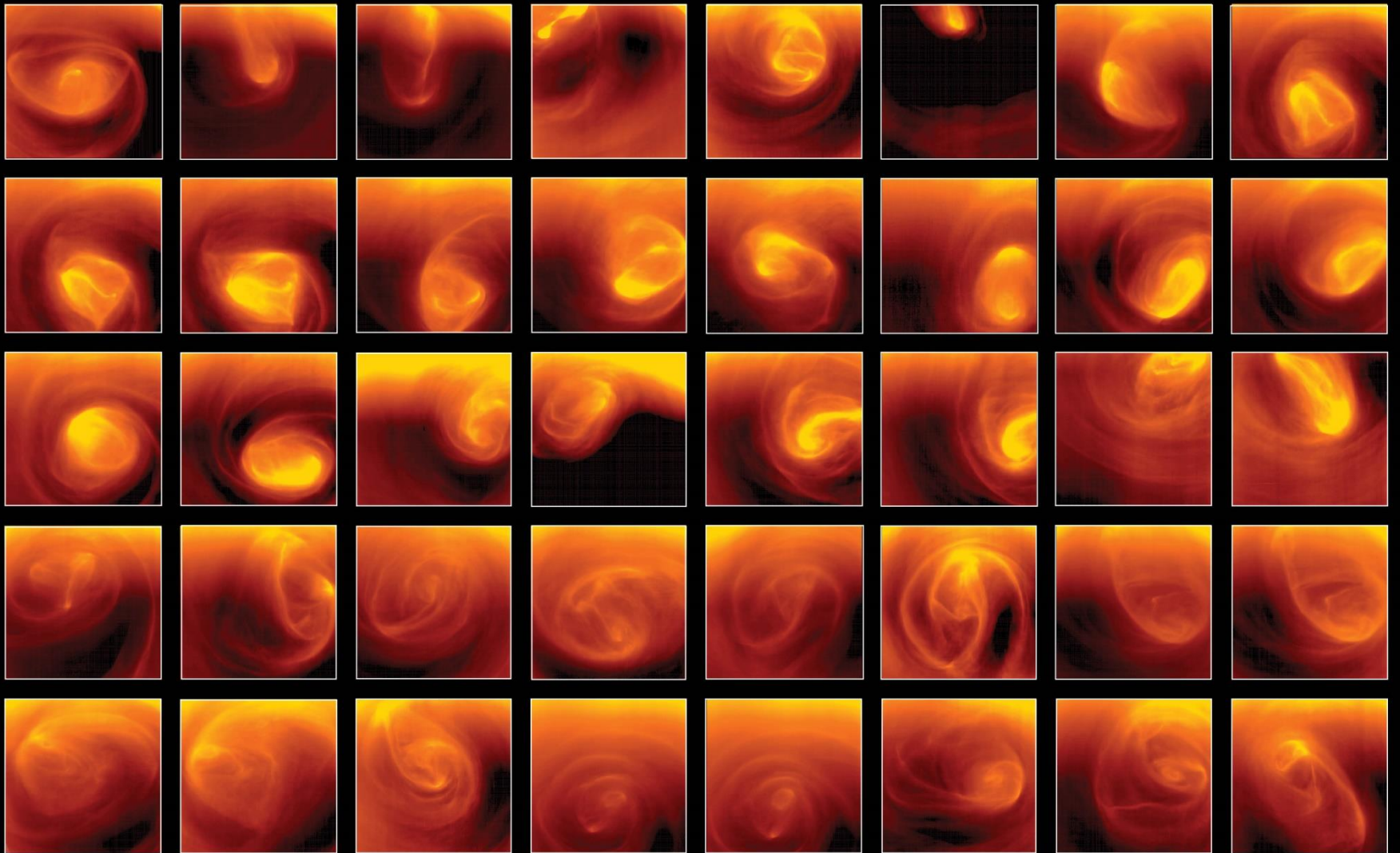


- À gauche : l'atmosphère striée de nuages d'acide sulfurique dépeinte dans l'infrarouge par la caméra IR2 d'Akatsuki à 100 000 km.
- À droite : une étrange formation en arc de cercle relie les deux pôles de Vénus et progresse au même rythme que la planète (rotation de 243 jours) et non de l'atmosphère très rapide (4 jours). Son origine est encore mystérieuse. © Jaxa

La sonde **Venus Express** a vu, dès son arrivée en 2006, un vortex au pôle sud de Vénus et témoigne de ses changements rapides corrélés à l'hyper-rotation de l'atmosphère de la planète la plus chaude du Système solaire (vent de 400km/h).

À ce niveau, l'épais manteau de gaz tourne 60 fois plus vite que le globe lui-même (un tour en seulement 4 jours, contre 243 jours pour la planète).





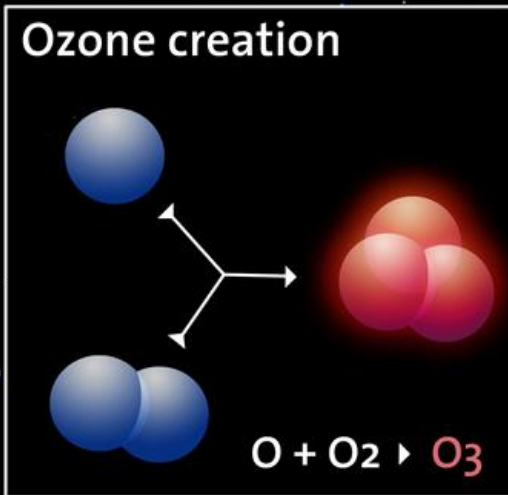
Photos prises entre février 2007 et avril 2008

Mais si le vortex du Pôle Sud est important on a aussi vu au Pôle Nord un double vortex. Il fait une rotation complète en 3 jours.

Les mesures effectuées par les instruments de **Vénus Express** ont permis de déterminer que la vitesse des nuages à la latitude de 50° était progressivement passée en cours de mission de 300 à 400 km/h. Les mécanismes conduisant à l'accélération de la vitesse de rotation de l'atmosphère n'ont jusque là pas pu être déterminés.



L'instrument SPICAV de *Venus Express* a découvert, une couche d'Ozone, située à une altitude variable comprise entre 90 et 120 km, elle est relativement fine avec une épaisseur comprise entre 5 et 10 km.

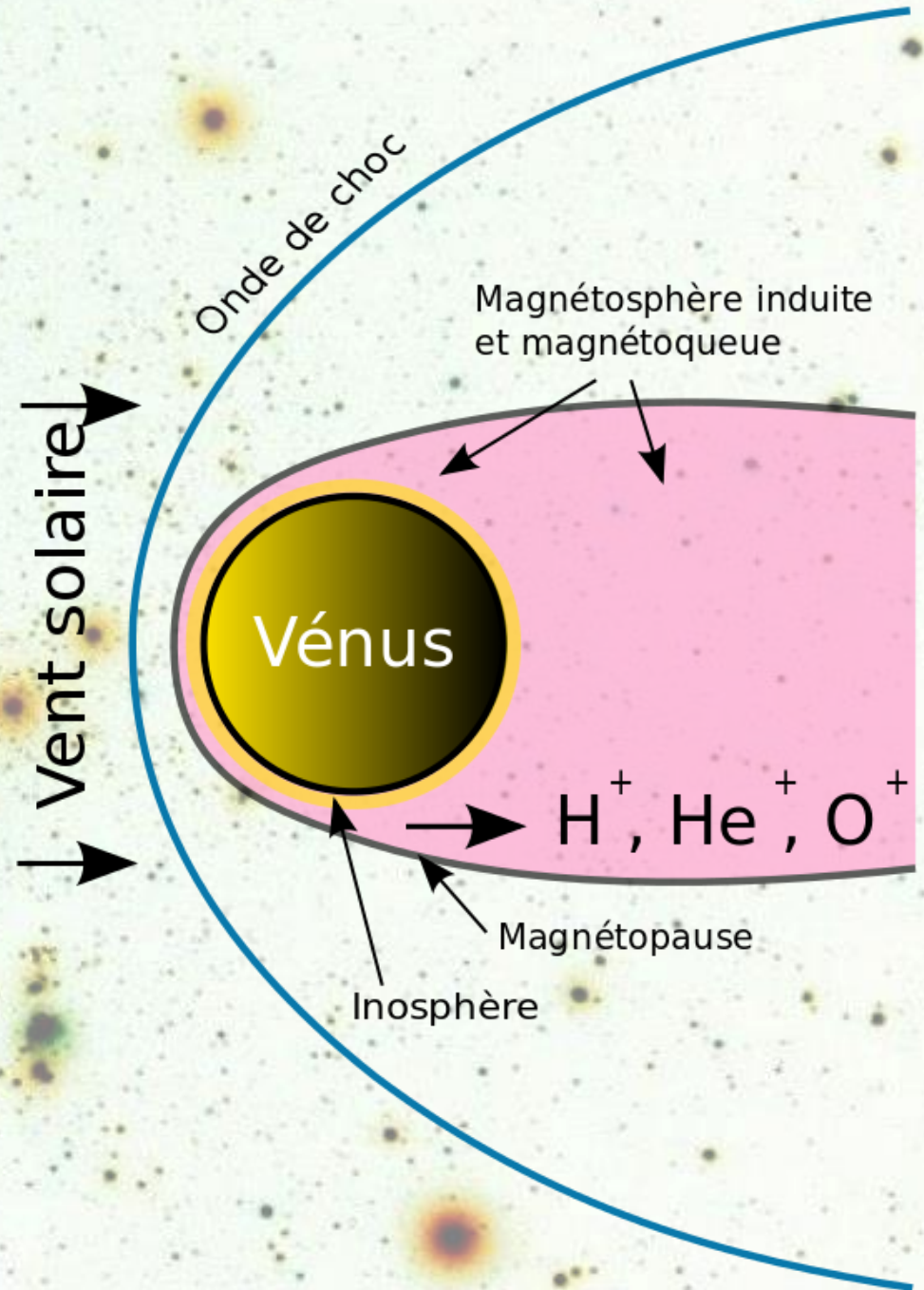


Cette illustration indique les endroits sur la face nuit de Vénus où l'ozone a été détecté dans l'atmosphère par l'instrument SPICAV à bord de la sonde ESA/Venus Express.

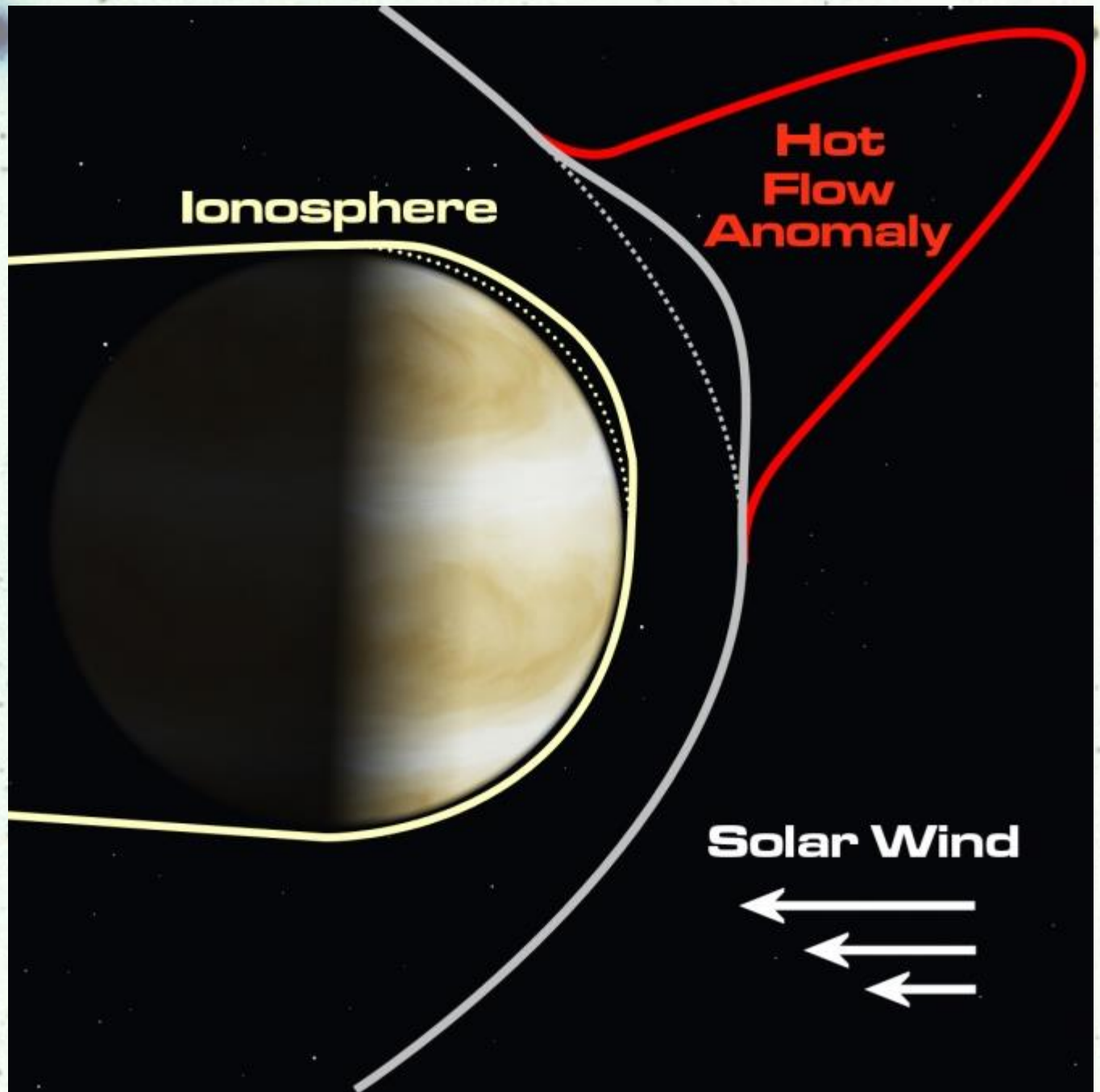
Magnétisme de Vénus

Bien que Vénus, contrairement à la majorité des planètes, ne dispose pas d'un champ magnétique généré par son noyau, son atmosphère est partiellement protégée de l'érosion du vent solaire par un champ magnétique induit par l'interaction entre l'ionosphère de la planète et le vent solaire.

Cette interaction provoque une fuite de particules électriquement chargées, s'échappant du côté non éclairé en formant une longue queue.

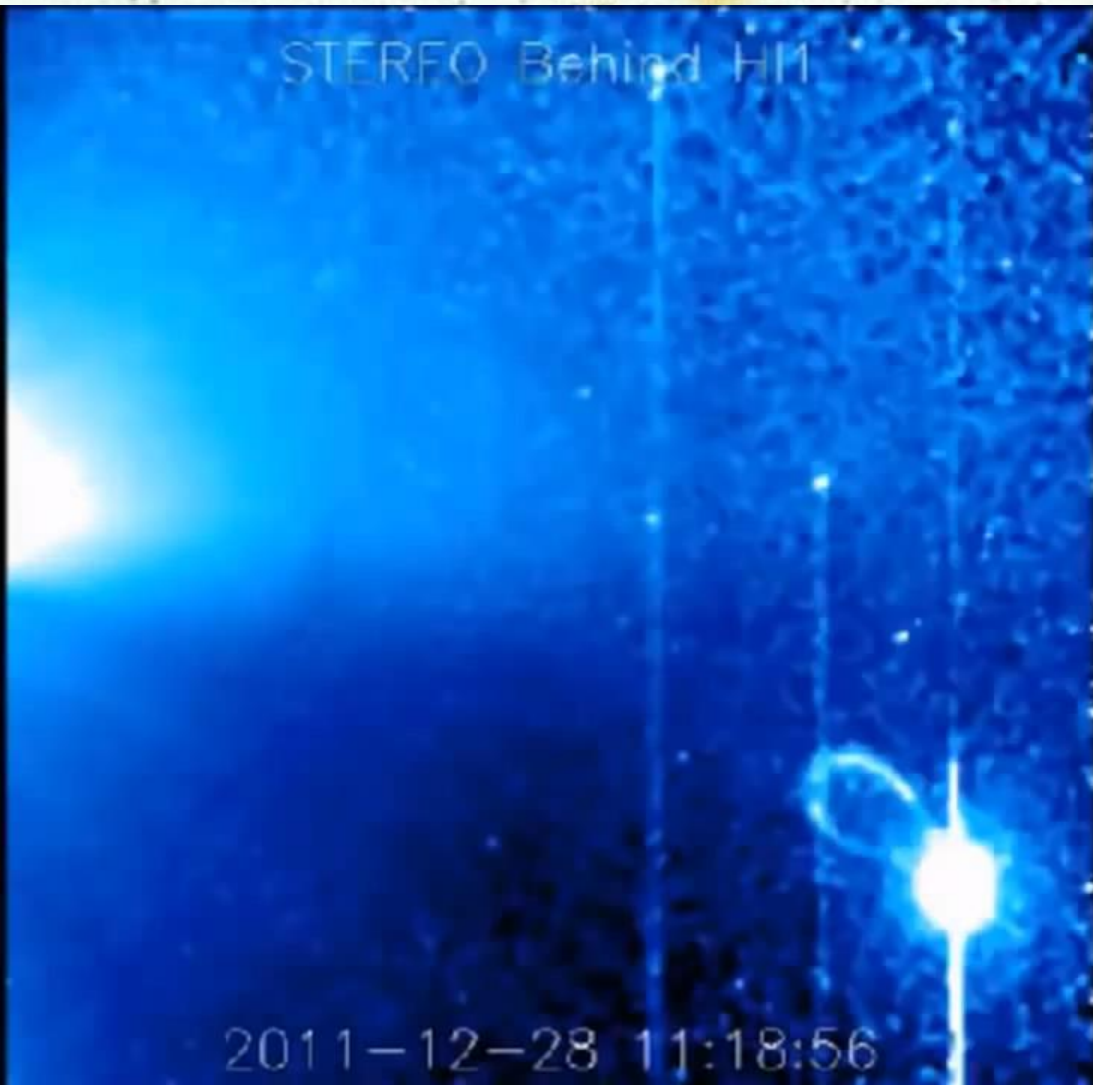


Une étude parue, dans le Journal of Geophysical Research du 29 Février 2012, a trouvé des preuves évidentes sur Vénus pour un type de tempête spatiale tout à fait commune à la Terre, appelée anomalie de flux chaud. Ces anomalies, appelées aussi HFA, provoquent une inversion temporaire du vent solaire qui se déplace normalement autour d'une planète.



STEREO Behind HI

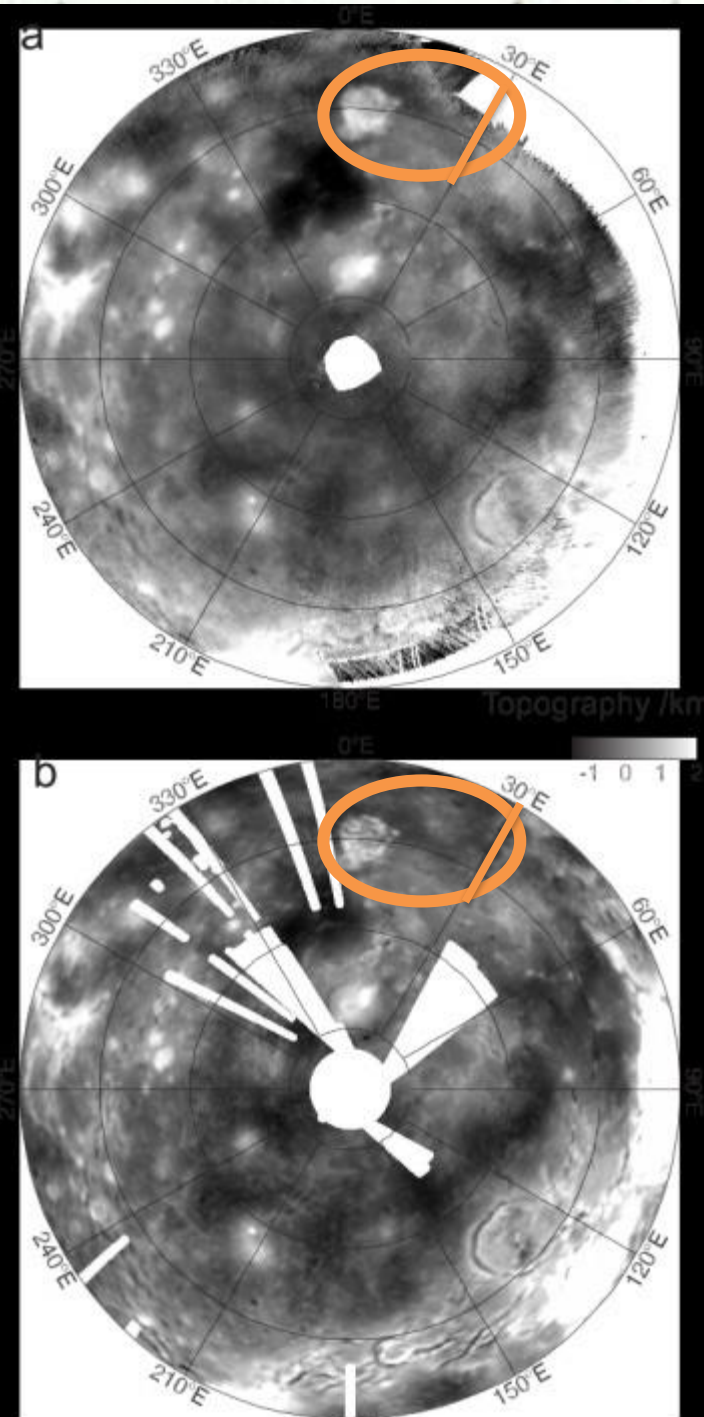
2011-12-28 11:18:56



Dernière découverte dérangement :

En se basant sur la durée du jour vénusien et la cartographie réalisée par la sonde spatiale Magellan de la NASA, les observations effectuées par les instruments de *Venus Express* ont démontré que les reliefs observés sur le sol de la planète sont décalés d'environ 20 km par rapport à leur emplacement prévisible déduit des observations réalisées 16 ans auparavant. Ce changement résulterait d'un ralentissement de la vitesse de rotation de la planète.

Cartes topographiques obtenues par Magellan (en haut) et Venus Express (en bas) qui indiquent un déplacement de certaines structures



Vénus génère un anneau de poussières zodiacales autour du Soleil

Les résonances orbitales creusent des zones dans la ceinture d'astéroïdes et dans les anneaux de Saturne. Elles provoquent aussi la formation d'anneaux de poussières zodiacales autour du Soleil, comme le prouvent les observations des sondes de la mission Stereo avec Vénus.

Les deux sondes jumelles de la mission Stereo (*Solar TERrestrial RELations Observatory*), qui permettent d'étudier le Soleil depuis 2006, ont finalement confirmé la présence d'un anneau de poussières zodiacales. Il est plus important de part et d'autre de l'orbite de Vénus.

VÉNUS TOURNE DANS UN ANNEAU DE POUSSIÈRES

Les satellites Stereo ont enfin confirmé son existence : un anneau de poussières très ténu tourne bien autour du Soleil, au niveau de l'orbite de Vénus. La poussière interplanétaire est en effet balayée vers cette zone par des phénomènes de résonance orbitale. B.R.

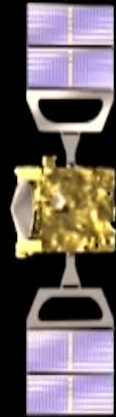
Récapitulatif de ce qu'on a découvert avec Vénus Express :

- Le taux de rotation de la planète est en train de changer
- Vénus est toujours en train de perdre une partie de son atmosphère des côtés jour et nuit
- Possible volcanisme récent
- La vitesse des vents est en train de croître
- Structures dynamiques de la circulation hémisphérique des vortex
- Signaux électriques indicatifs de l'existence de foudre et d'éclairs
- Confirmation de l'importance de l'activité solaire et des interactions avec le rayonnement solaire.
- Présence d'une couche d'ozone située entre 90 et 120 km
- Les températures les plus froides observées, régnant au sein d'une atmosphère planétaire (*100 K vers 125 km au terminator, la séparation entre le côté jour et le côté nuit*)

Les questions en suspens

- Quelles sont les abondances des différents isotopes des gaz rares? - ceci permettrait de mieux comprendre les origines et l'évolution de Vénus;
- Quelle est l'identité de l'absorbeur ultraviolet toujours inconnue qui semblerait se trouver dans les nuages de Vénus?
- Y-a-t-il aujourd'hui du volcanisme actif sur la planète?
- Qu'est-ce qui maintient la super-rotation de l'atmosphère?
- Vénus a-t-elle eu un satellite naturel dans son histoire?
- Vénus a-t-elle jamais tourné dans le sens direct? Et si oui, comment en est-elle arrivée à tourner dans l'autre sens?
- Comment Vénus a-t-elle perdu son eau?
- La vie a-t-elle jamais existé sur Vénus?
- De toutes les planètes, Vénus est celle qui présente la topographie la moins contrastée : il y a environ 2 km entre le relief le plus bas et le plus haut, alors que sur Mercure cette différence est de 10 km environ, sur Terre de 15 km, sur la Lune de 20 km et elle atteint 30 km sur Mars. Est-ce qu'un épisode catastrophique de volcanisme a recouvert entièrement l'ancienne topographie?

Et pour finir un petit film de conclusion



Bibliographie

Les sites de :

- Wikipedia
- Futura Sciences
- Esa
- Cnes
- Nasa
- Science et Vie

Des vidéos de :

- You Tube
- Kesako