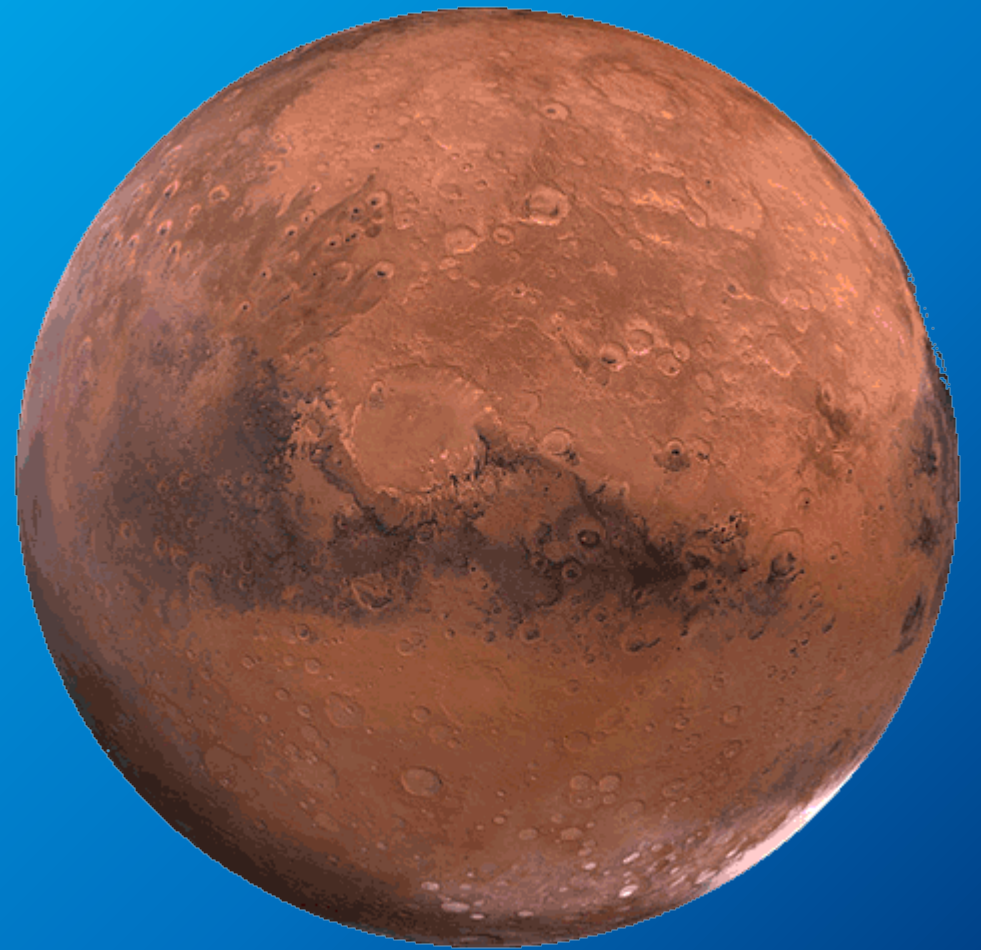


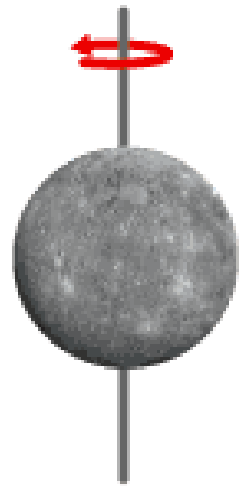


Mars



Mars est la quatrième planète du Système solaire par ordre de distance croissante au Soleil, et la deuxième par masse et par taille croissantes. Son éloignement au Soleil est compris entre 1,381 et 1,666 UA, avec une période orbitale de 686,71 jours.

La photo montre Mars vue par les sondes Viking en 1980



Mercure
2,11°



Vénus
177°



Terre
23,5°



Mars
24°

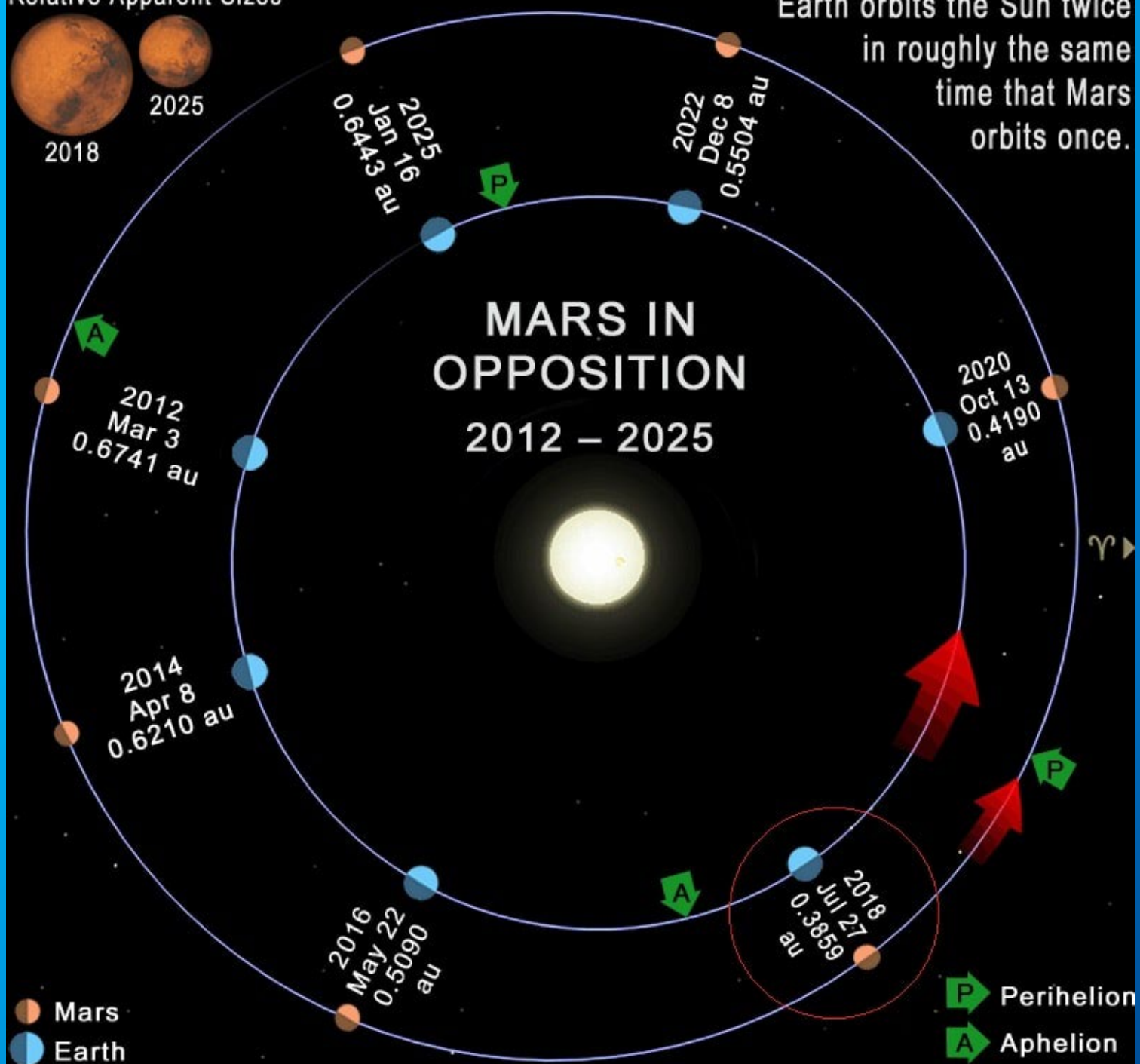
Elle a des ressemblances aussi bien avec la Lune qu'avec la Terre
Elle est inclinée autant que la Terre elle a donc des saisons



Relative Apparent Sizes



Earth orbits the Sun twice in roughly the same time that Mars orbits once.



En raison des différences des orbites de la Terre et de Mars il arrive que Mars soit beaucoup plus près donc plus grosse. C'est arrivé le 27 juillet 2018 et ça arrive à peu près tous les deux ans



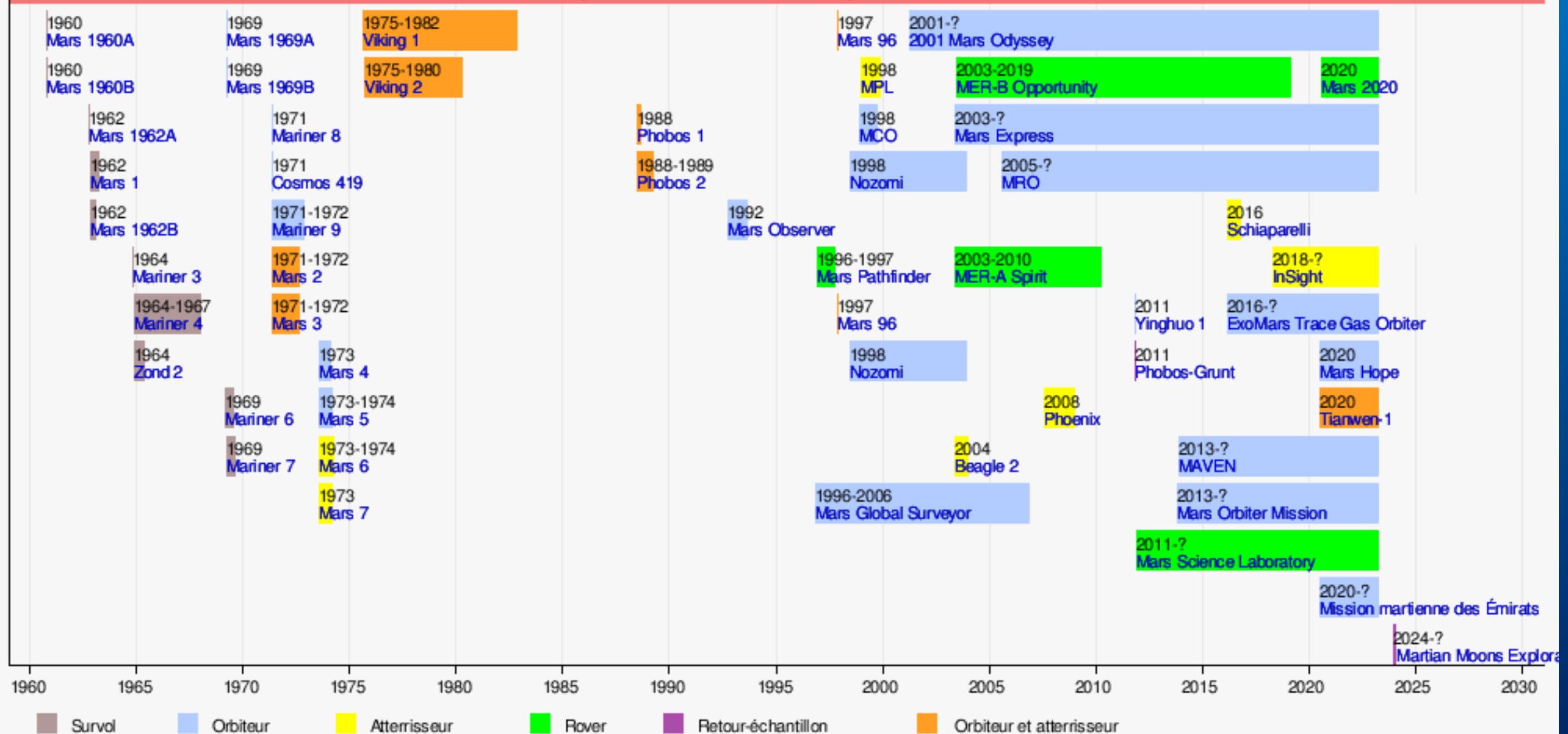
Les missions

L'atterrisseur Viking 1 se posait sur Mars il y a 47 ans

Viking 1, le premier engin terrestre à se poser avec succès et en douceur sur la surface de Mars. C'était il y a 47 ans, le 20 juillet 1976.



Chronologie des missions d'exploration de Mars



Objet	Pays	Année	Localisation	Coordonnées	Remarques
<u>Mars 2</u>	<u>Union soviétique</u>	1971	?	4°N ; 47°O	Contact perdu avant l'atterrissage, impact.
<u>Viking 1</u> , module d'atterrissage	<u>États-Unis</u>	1976	<u>Chryse Planitia</u>	22,480°N ; 47,967°O	Atterrissage réussi, contact jusqu'en 1982.
<u>Viking 2</u> , module d'atterrissage	<u>États-Unis</u>	1976	<u>Utopia Planitia</u>	48,269°N ; 225,99°O	Atterrissage réussi, contact jusqu'en 1980.
<u>Mars Pathfinder</u> , module d'atterrissage	<u>États-Unis</u>	1997	<u>Ares Vallis</u>	19,33°N ; 33,55°O	Atterrissage réussi.
<u>Mars Pathfinder</u> , rover <u>Sojourner</u>	<u>États-Unis</u>	1997	<u>Ares Vallis</u>	19,33°N ; 33,55°O	Premier atterrissage réussi d'un engin motorisé.
<u>Spirit (MER-A)</u>	<u>États-Unis</u>	2004	<u>Cratère Gusev</u>	14,5718°S ; 175,4785°E	Enlisé depuis avril 2009, déclaré station fixe le 26 janvier 2010. Contact perdu depuis le 22 mars 2010.
<u>Opportunity (MER-B)</u>	<u>États-Unis</u>	2004	<u>Meridiani Planum</u>	1,9483°S ; 354,4742°E	Atterrissage réussi, contact perdu le 10 juin 2018.
<u>Phoenix</u>	<u>États-Unis</u>	2008	<u>Vastitas Borealis</u>	68,22°N ; 125,7°O	Atterrissage réussi, contact jusqu'au 2 novembre 2008.
<u>Curiosity (MSL)</u>	<u>États-Unis</u>	2012	<u>Cratère Gale</u>	5,4°S ; 137,7°E	Atterrissage réussi, en activité.
<u>InSight</u>	<u>États-Unis (Avec des expériences française et allemandes)</u>	2018	<u>Elysium Planitia</u>	4,5°N ; 135°E	Atterrissage réussi, vient de cesser ses activités
<u>Perseverance (Mars 2020)</u>	<u>États-Unis</u>	2021	<u>Cratère Jezero</u>	18°N ; 77°E	Atterrissage réussi, en activité.
<u>Ingenuity (Mars 2020)</u>	<u>États-Unis</u>	2021	<u>Cratère Jezero</u>	18°N ; 77°E	Atterrissage réussi, en activité.
Tianwen-1 (<u>atterrisseur</u>)	<u>Chine</u>	2021	<u>Utopia Planitia</u>	25,1°N ; 109,9°E	Atterrissage réussi,
<u>Zhurong (rover)</u>	<u>Chine</u>	2021	<u>Utopia Planitia</u>	25,1°N ; 109,9°E	Atterrissage réussi, vient de cesser ses activités



2001 Mars Odyssey

Insérée en orbite martienne le 24 octobre 2002, la sonde 2001 Mars Odyssey vient de la Nasa

Mars Reconnaissance Orbiter

Aussi développée par la Nasa, la sonde Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) s'est insérée en orbite le 10 mars 2006.

MAVEN

MAVEN, est en orbite autour de Mars depuis le 21 septembre 2014. L'orbiteur est développé par la Nasa.

Mars Express

C'est la toute 1^{ère} mission lancée par l'Agence spatiale, elle a été insérée en orbite martienne le 25 décembre 2003.

ExoMars

Développé par l'ESA, Seul l'orbiteur TGO est concrétisé : il est en orbite autour de Mars depuis le 19 octobre 2016

Mars Orbiter Mission

Elle est développée par l'Organisation indienne de la recherche spatiale, ou ISRO. L'orbiteur, s'est positionné autour de Mars le 24 septembre 2014.

Mission martienne des Émirats : Al-Amal

Les Émirats arabes unis ont inséré en orbite martienne leur sonde Al-Amal le 9 février 2021.

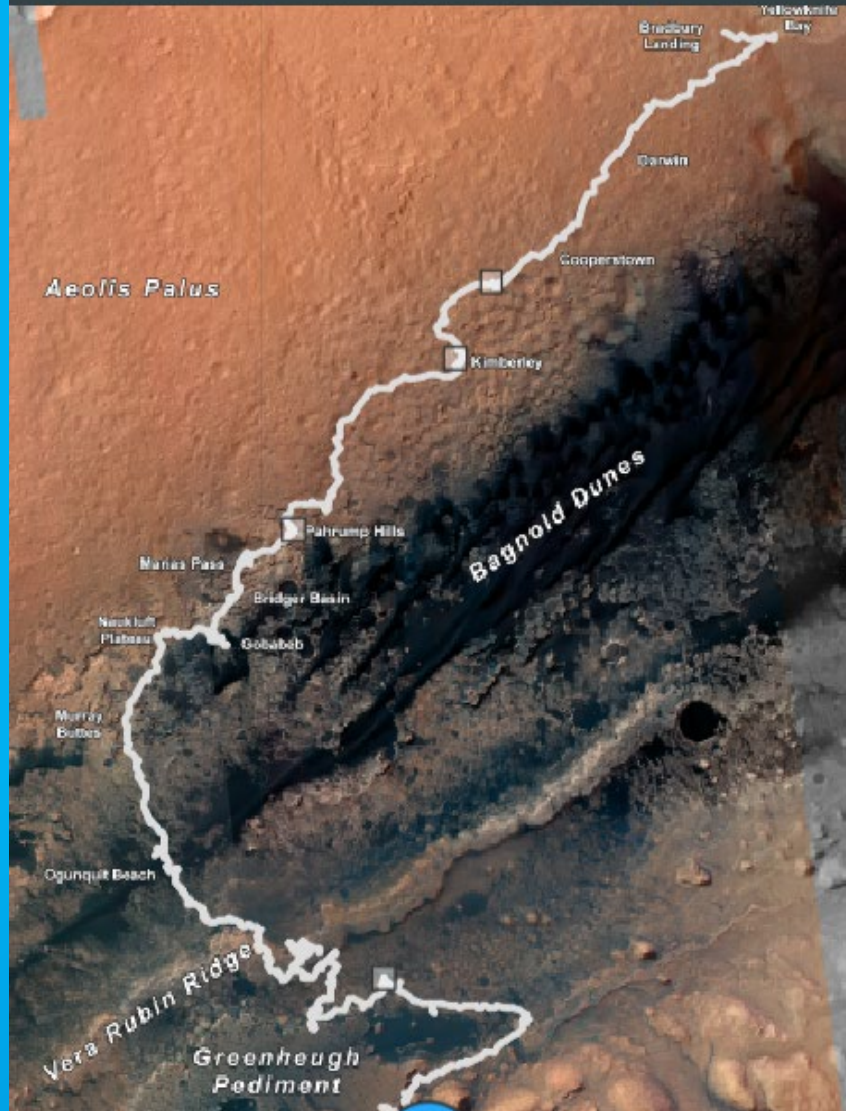
Tianwen 1

C'est le dernier arrivé des orbiteurs martiens en activité : la sonde Tianwen 1 s'est positionnée autour de Mars le 10 février 2021. La sonde est développée par l'Administration spatiale nationale chinoise (CNSA).

Voici les périple des deux rovers encore actifs sur Mars.

Curiosity

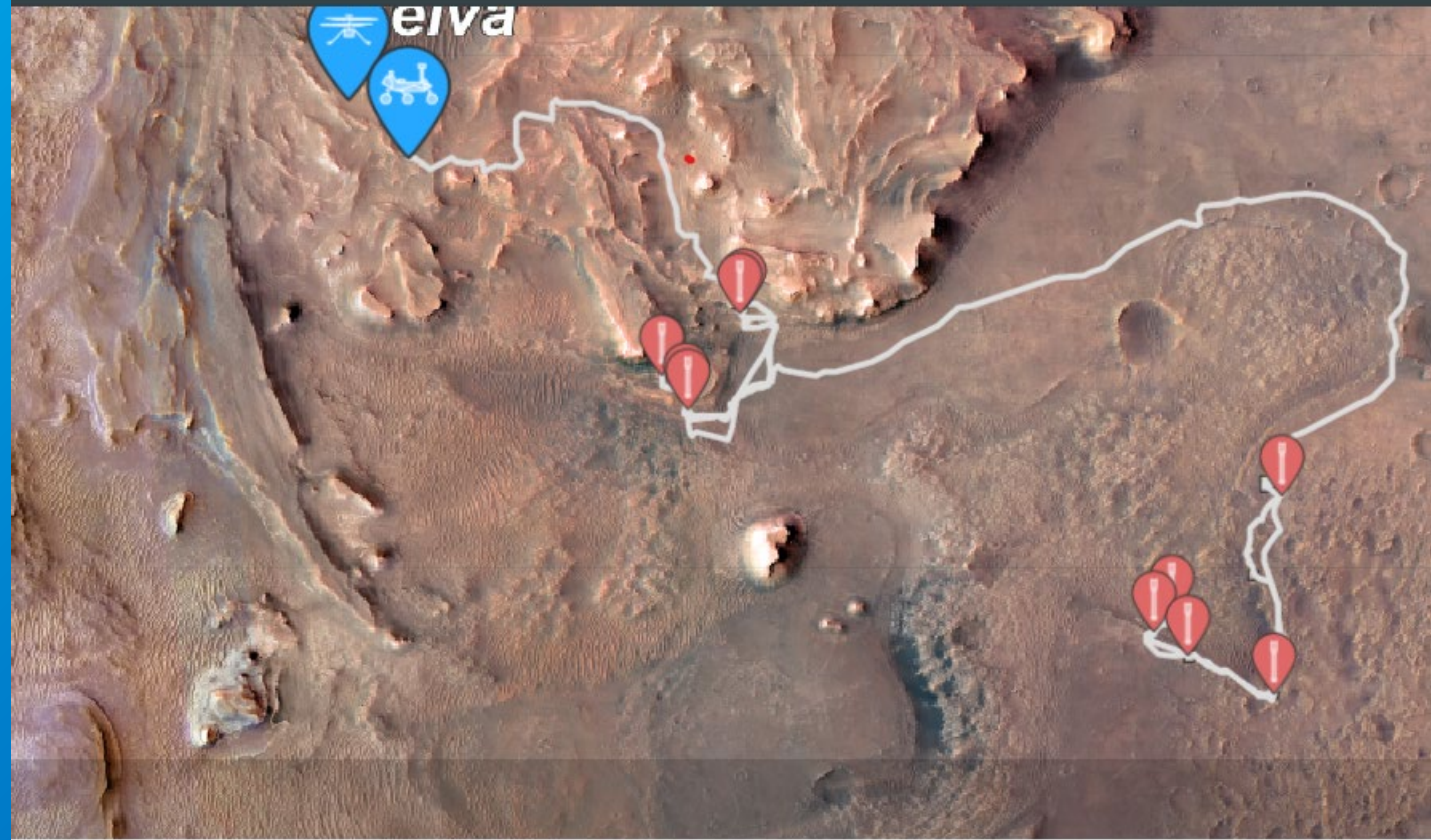
Sol 3783 | Distance Driven 18.54 miles / 29.84 km



Perseverance avec Infinity

Latest Drive: Sol 755 | Total Distance 10.75 miles / 17.3 km

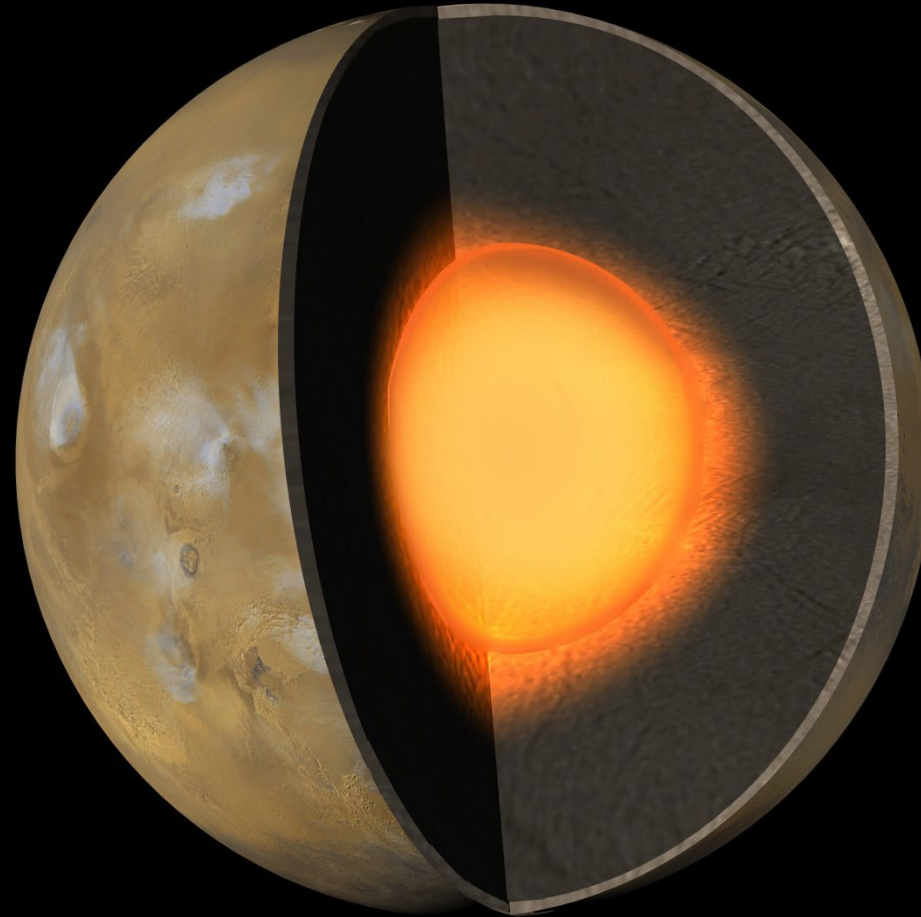
Rover Waypoints: 13 (sol)



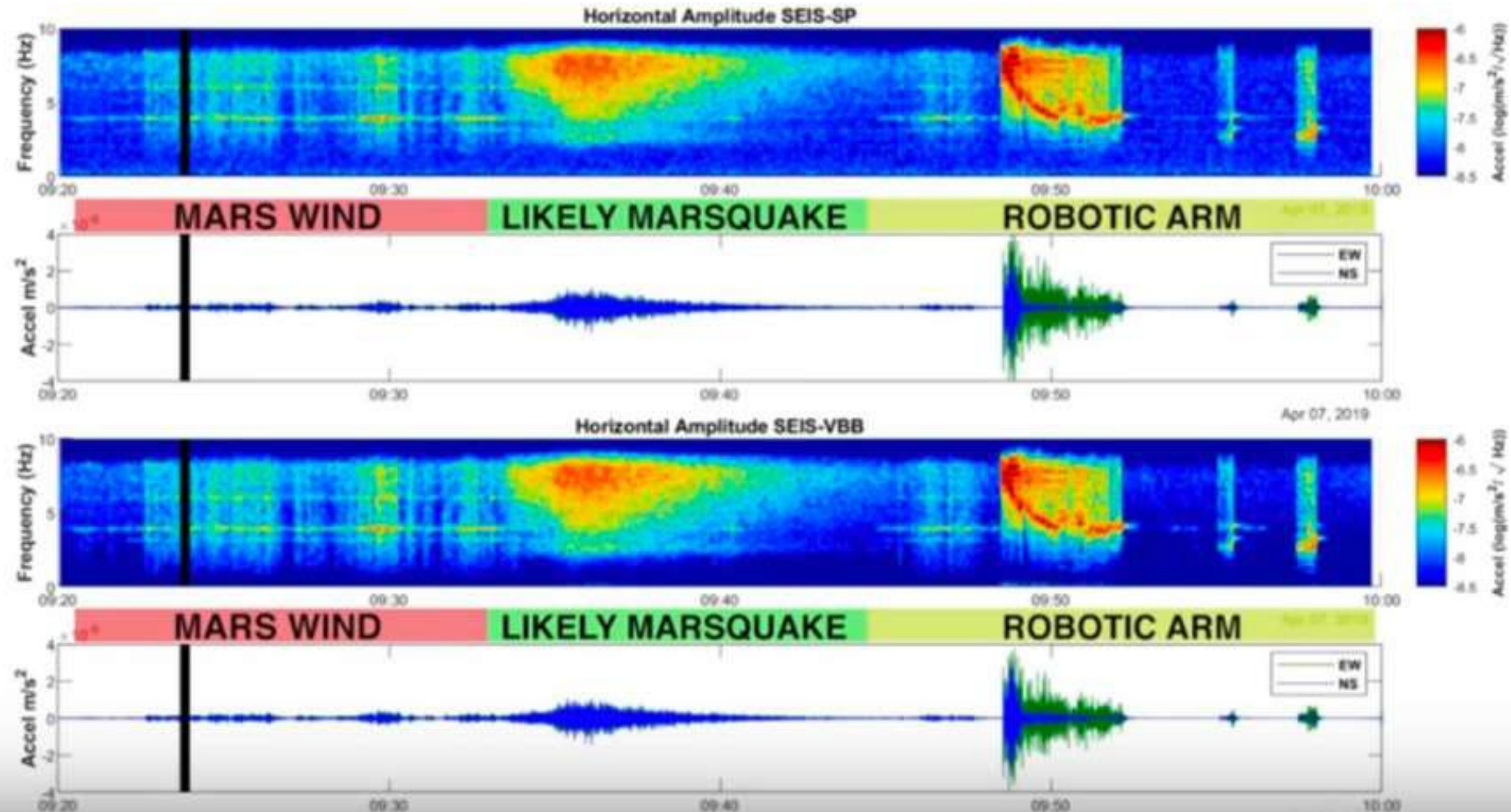
Structure de Mars

Voici ce qu'on pouvait dire jusqu'en 2018, avant l'arrivée d'Insight.

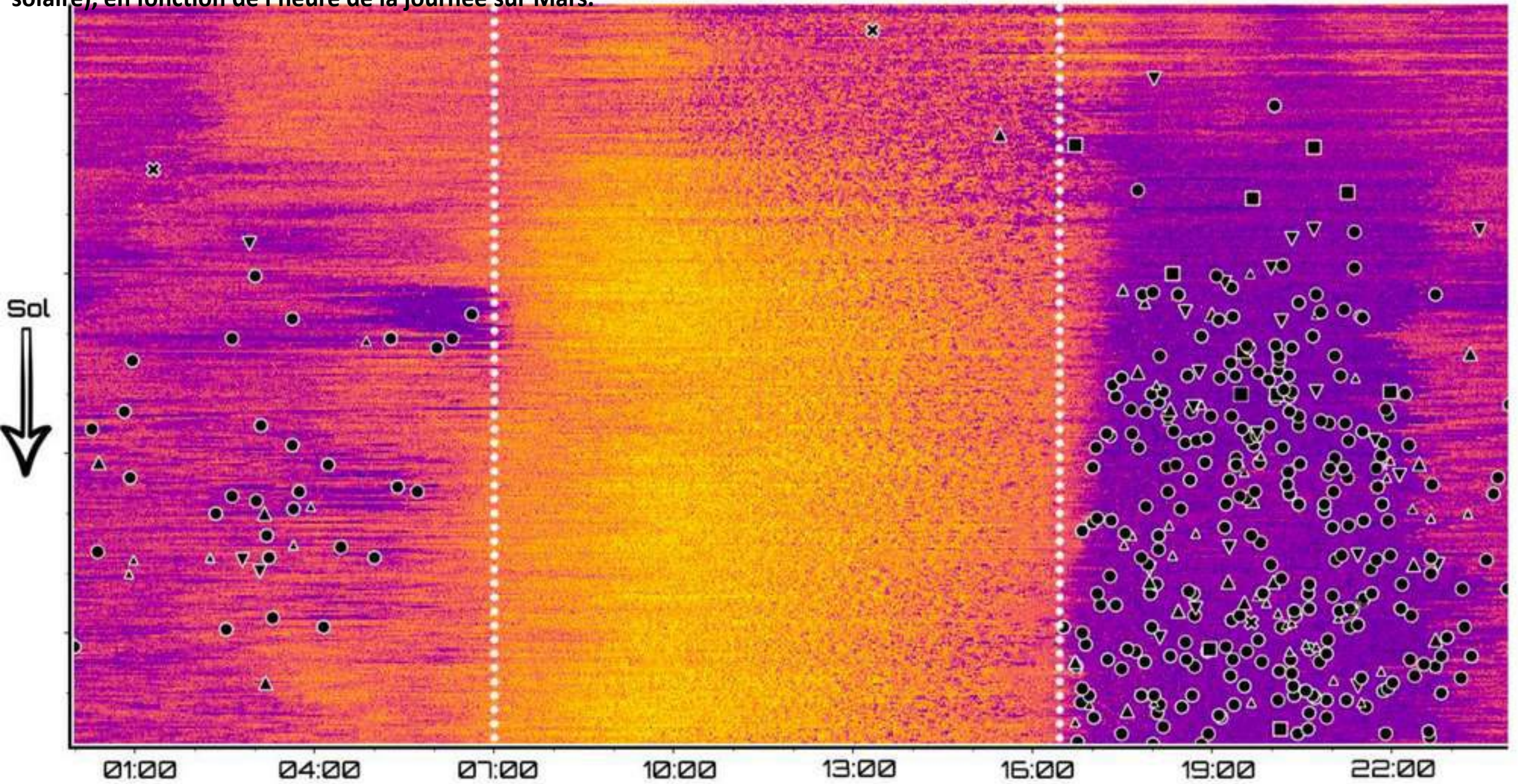
« Mars a aujourd'hui perdu la presque totalité de son activité géologique interne, et seuls des événements mineurs surviennent encore épisodiquement à sa surface. »



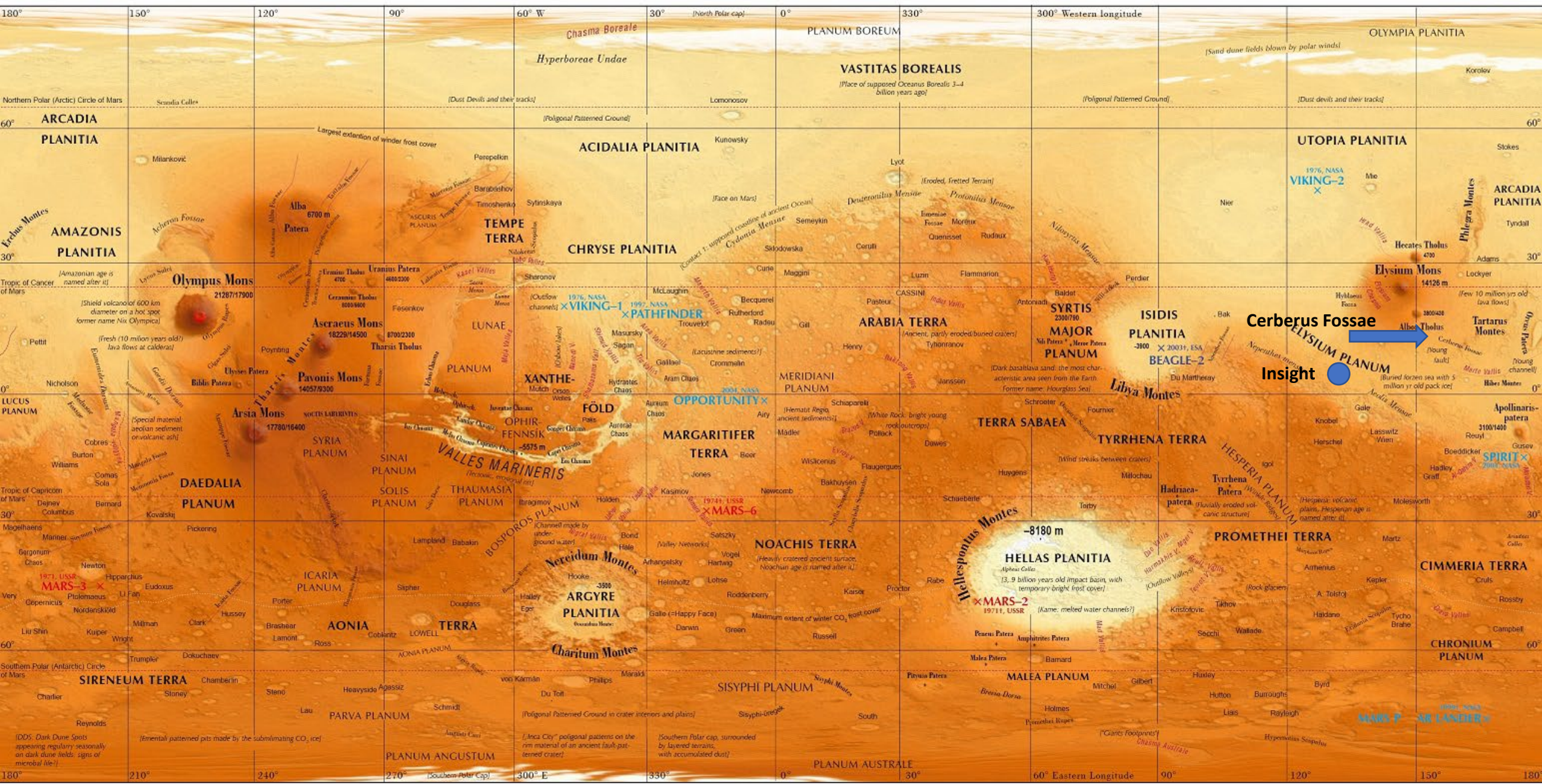
Plus de 300 événements et fourni de nombreux résultats aux planétologues » dont une « dizaine de séismes de magnitude 3 à 4 »



 Spectrogram récapitulatif indiquant l'origine des séismes martiens détectés depuis le sol 80 jusqu'au sol 400 (hors période de conjonction solaire), en fonction de l'heure de la journée sur Mars.



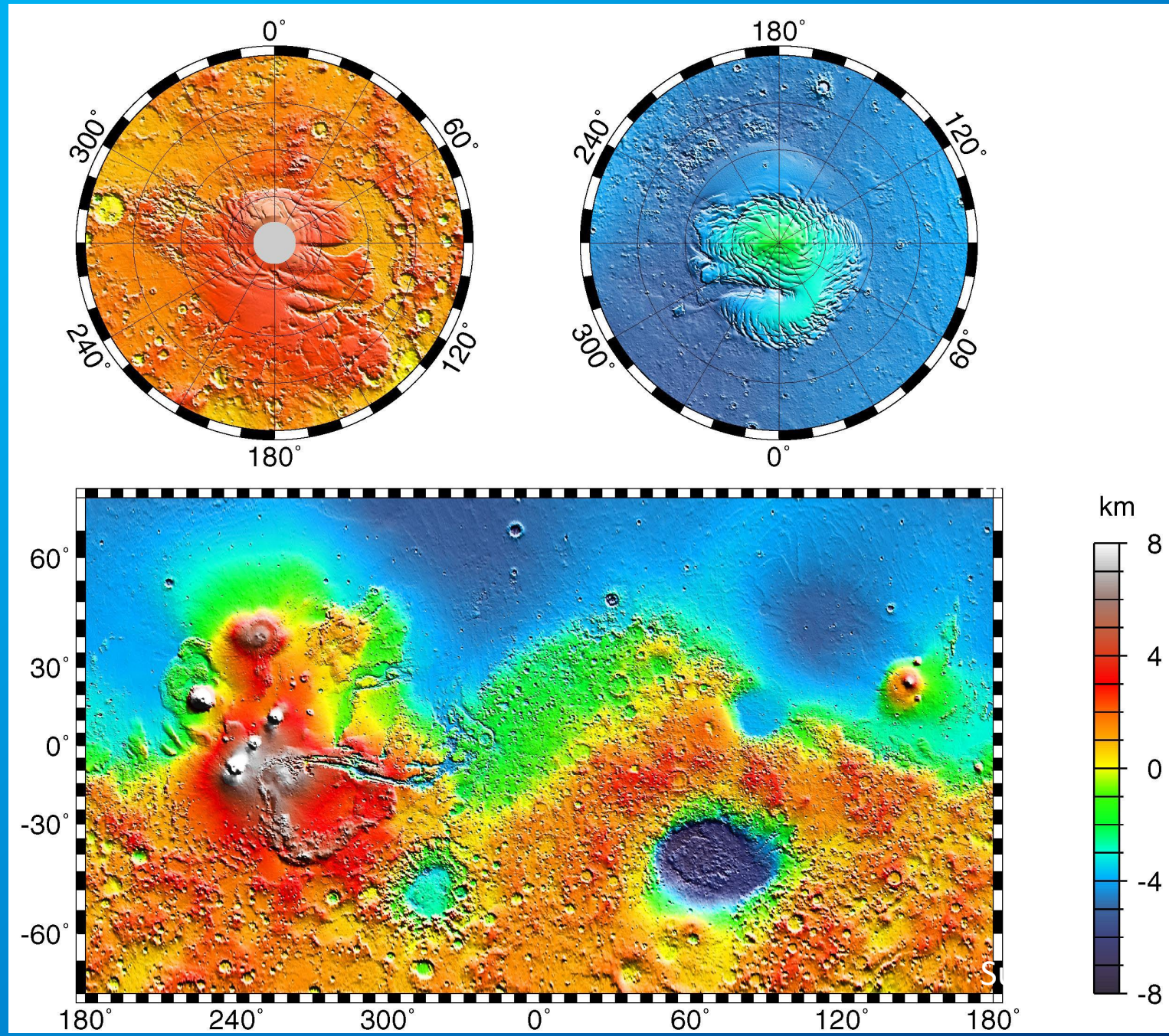
Cerberus Fossae : la première zone sismique active jamais découverte sur Mars



Traits notables de la géographie de Mars

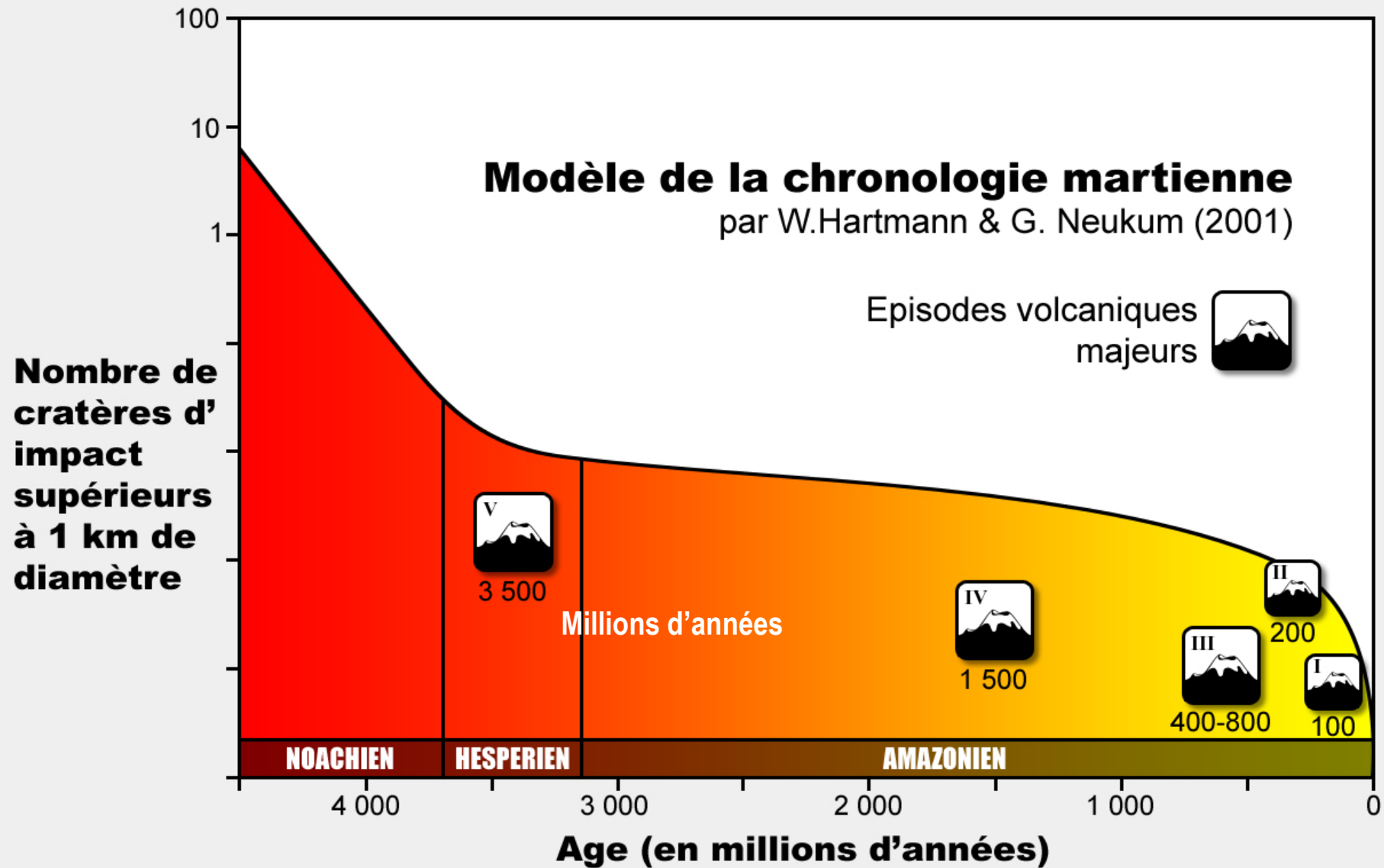
1) Sa fameuse « dichotomie », entre d'une part un hémisphère nord constitué d'une vaste plaine lisse, et d'autre part un hémisphère sud formé de plateaux souvent élevés.

2) les cinq montagnes les plus hautes du Système Solaire sont 5 volcans martiens dont 4 se trouvent sur le renflement de Tharsis et le cinquième dans la seconde région volcanique de Mars.

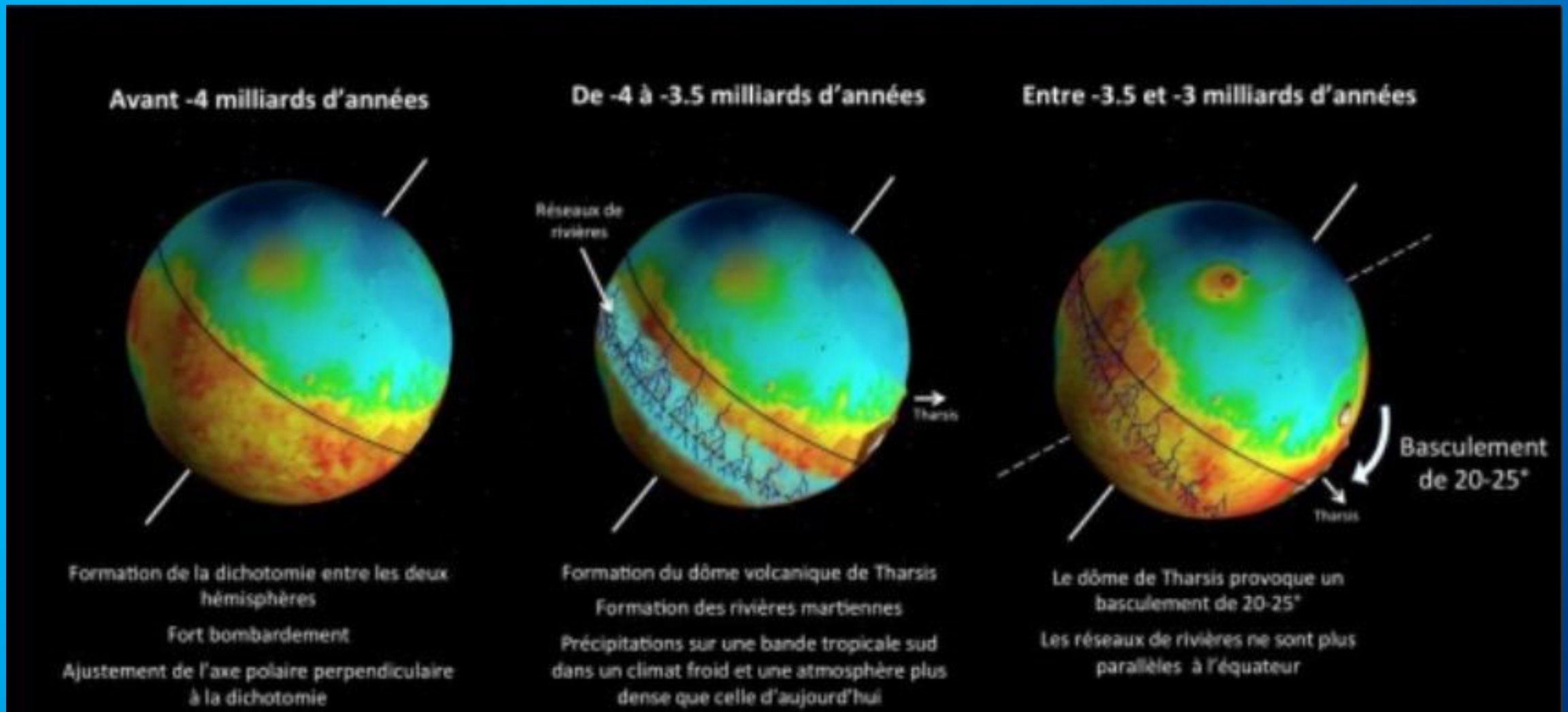


Carte topographique de Mars faite à partir des mesures du Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) de Mars Global Surveyor.

Le volcanisme



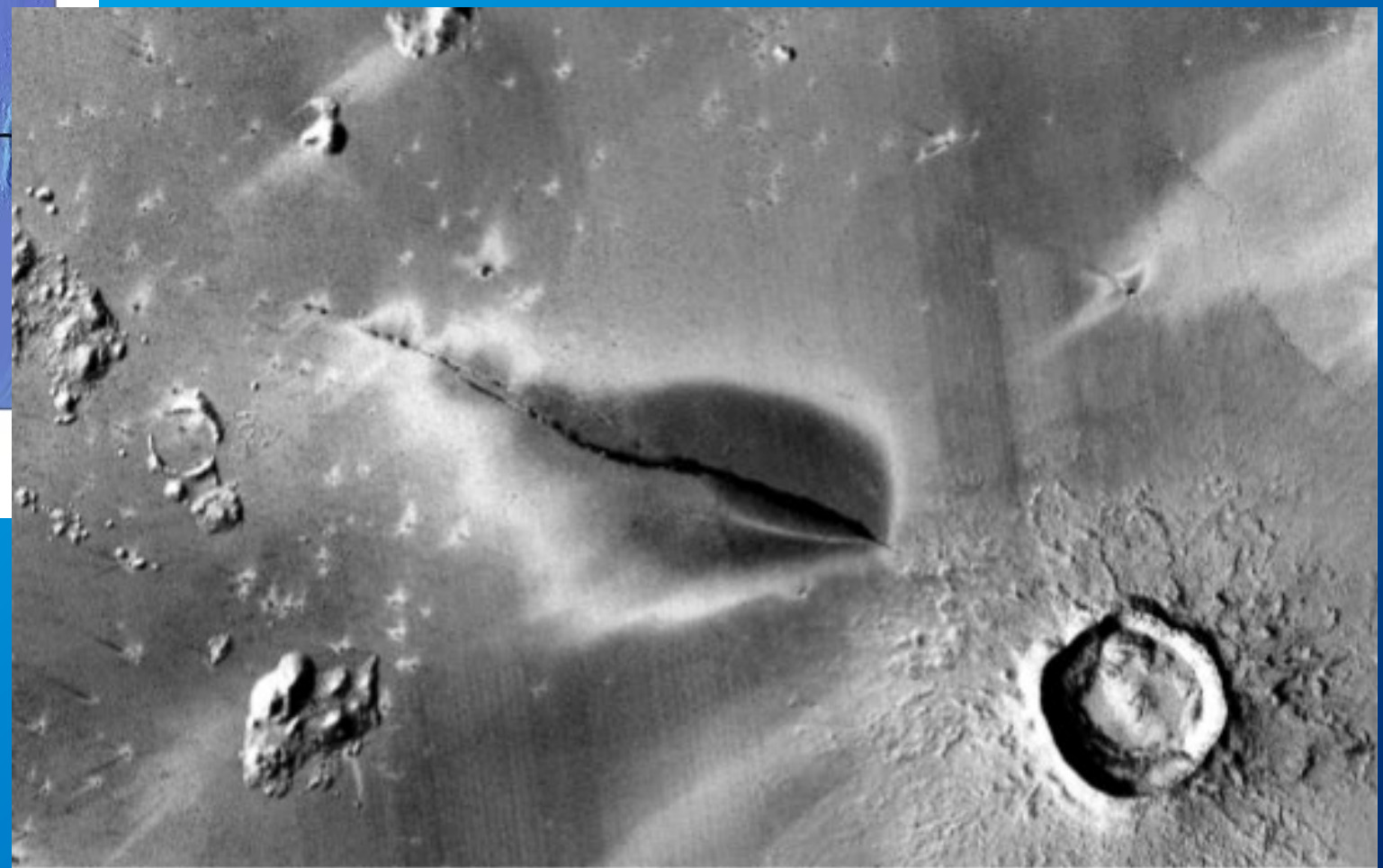
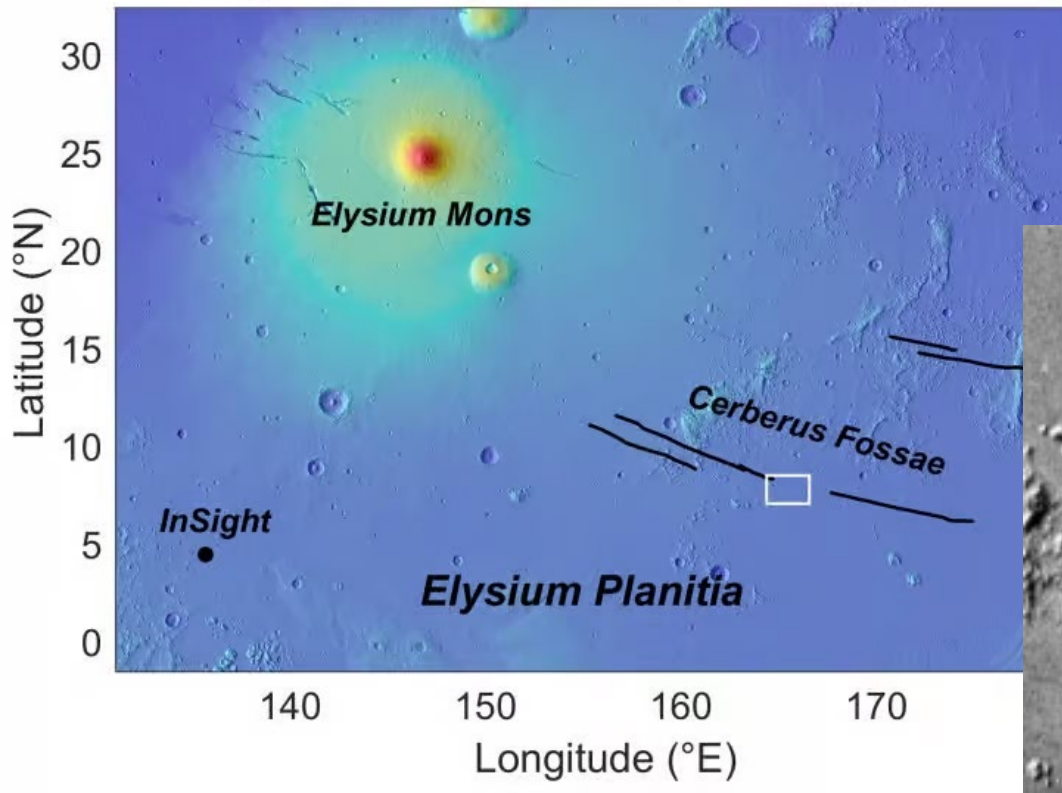
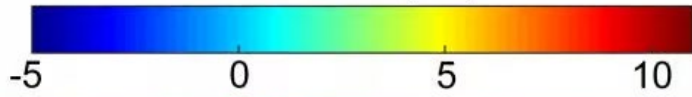
Et cet ensemble volcanique dont la masse fait 1 milliard de milliards de tonnes a provoqué un déséquilibre sur la planète, elle a donc basculé d'une vingtaine de degrés



Cette explication résoud bien des problèmes... la glace en profondeur n'était pas au bon endroit...

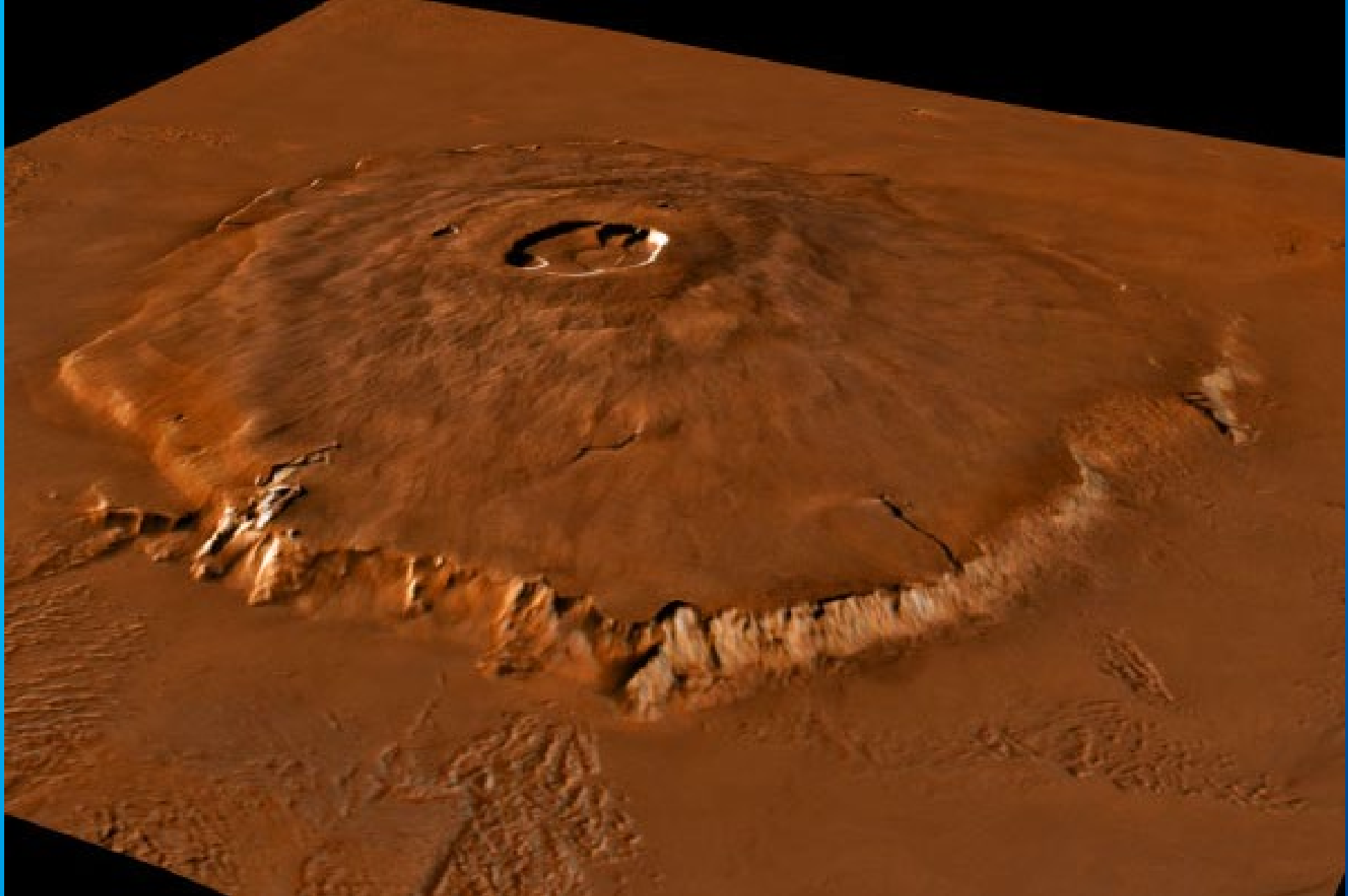


Elevation (km)

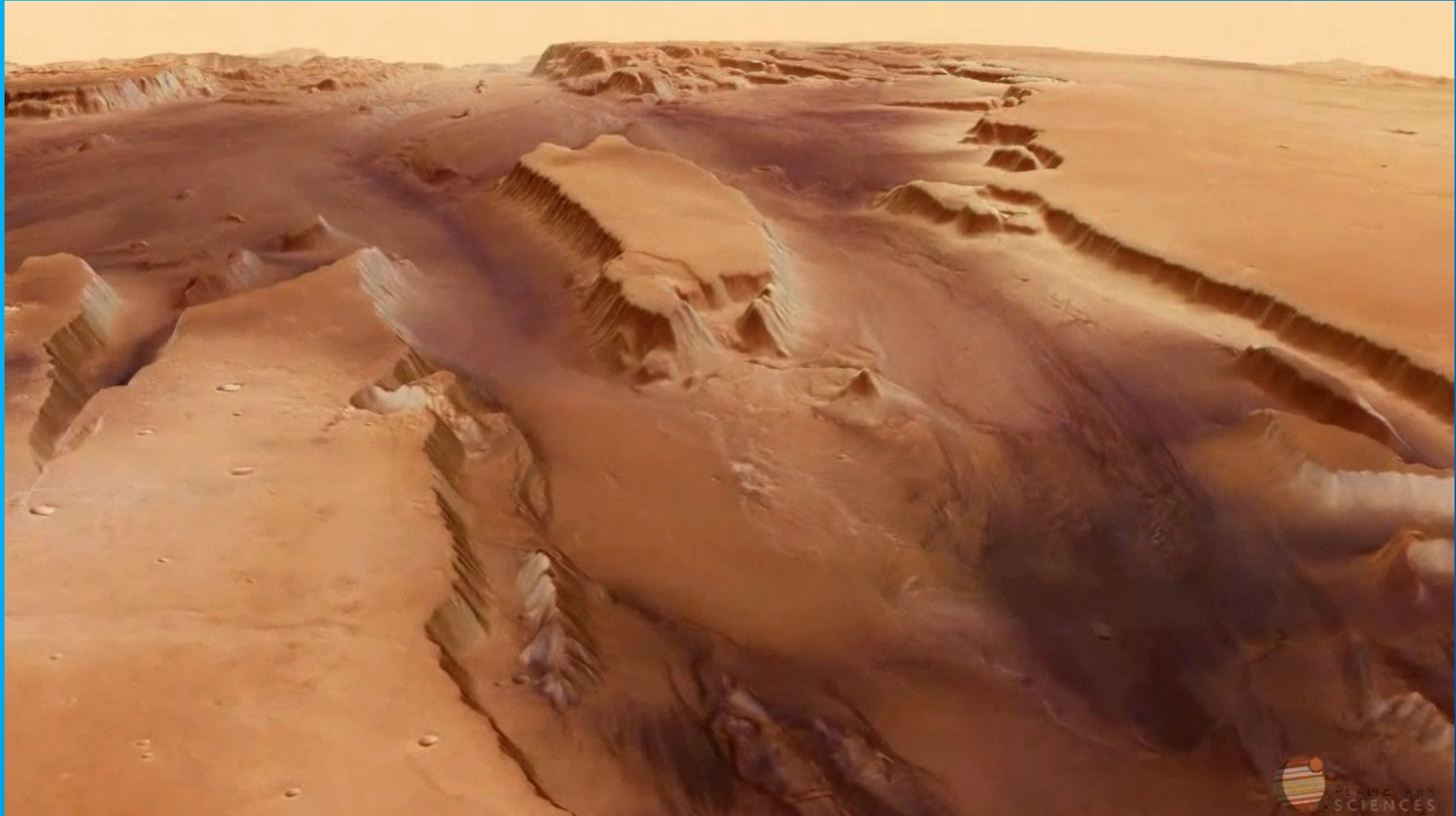


D'autre part voilà ce qu'ont vu les sondes en orbite autour de Mars

Recent explosive volcanic deposit around a fissure of the Cerberus Fossae system. Credit: NASA/JPL/MSSS/The Murray Lab).

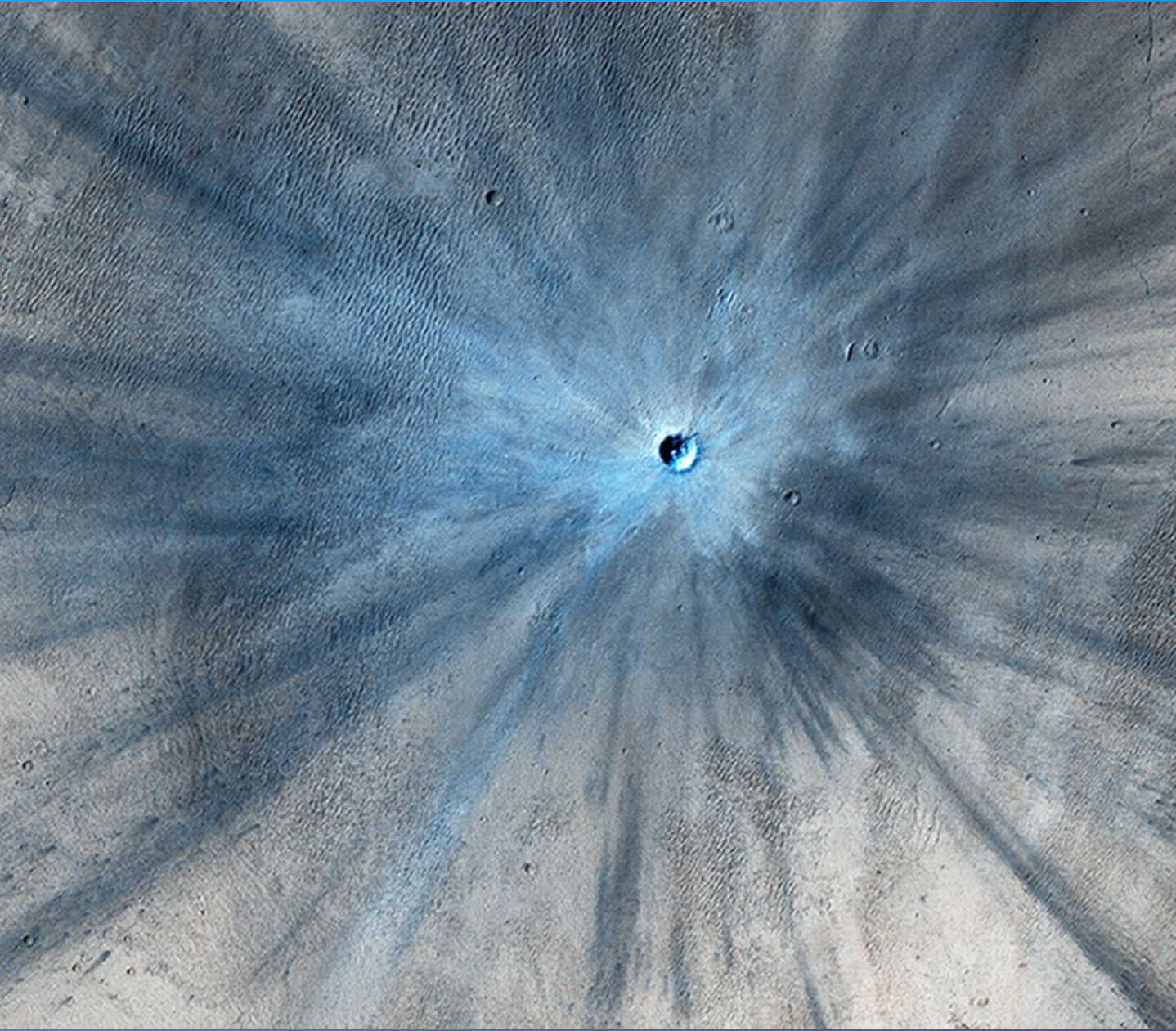


Cliché d'Olympus Mons obtenu par la sonde Mars Global Surveyor. Son sommet culmine à 21,2 km au-dessus du niveau de référence martien (22,5 km au-dessus des plaines alentour), et sa base atteint 624 km de large. Il s'agit du plus haut volcan connu du système solaire.



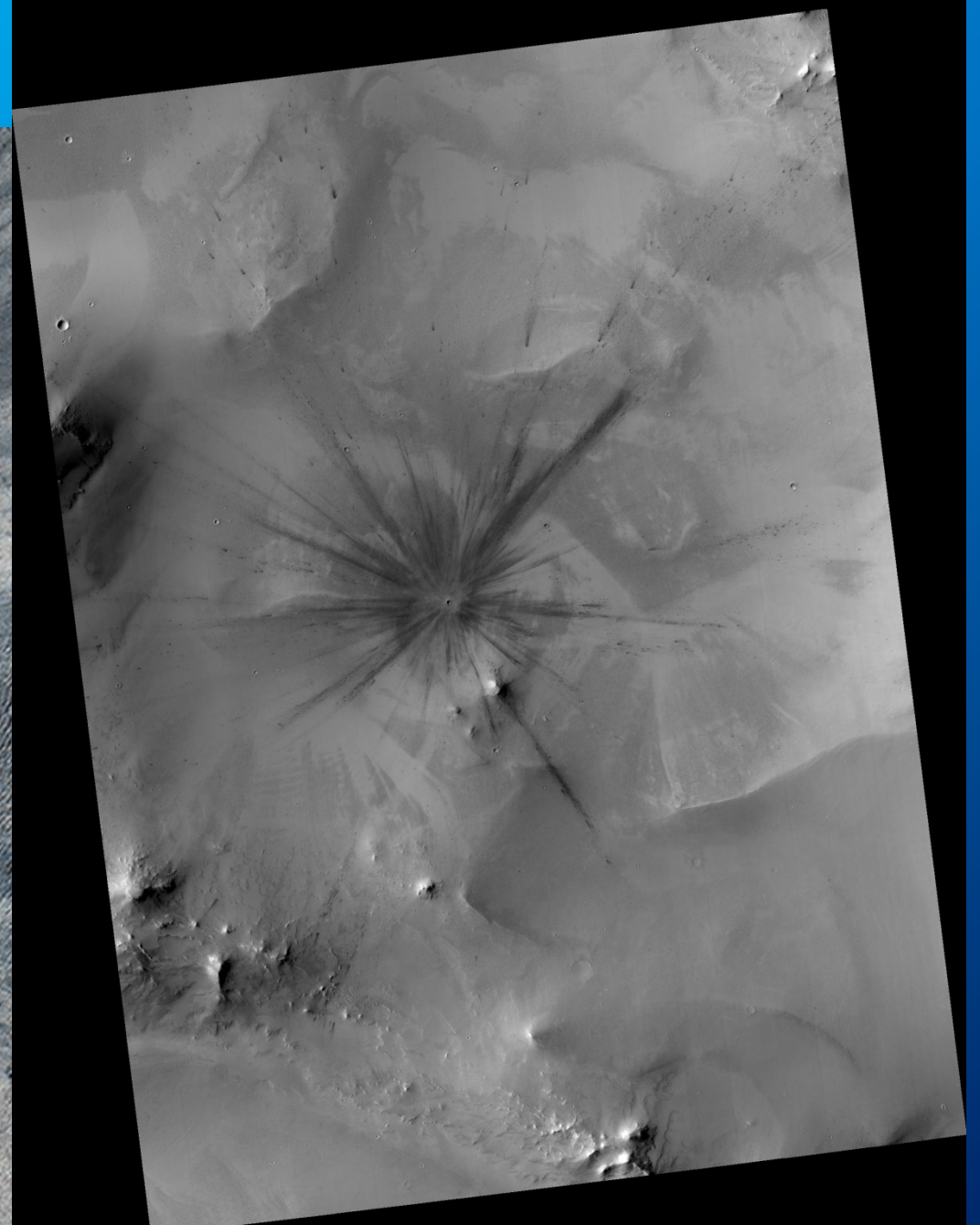
Kasei Valles

Mais Mars continue à changer, tant par les glissements de terrain que par des météorites



ESP_034285_1835_RED

500 meters



NASA/JPL/University of Arizona

MRO/HIRISE

L'atmosphère de Mars

On sait aujourd'hui que Mars possède une atmosphère ténue dont la pression moyenne au niveau de référence martien est de 610 Pa, avec une température moyenne de 210 K (-63 °C).

Elle est composée principalement de dioxyde de carbone CO₂ (95,32 %), d'azote N₂ (2,7 %) et d'argon Ar (1,6 %), avec aussi un peu de méthane et d'oxygène. Les pressions extrêmes relevées à la surface de la planète vont d'à peine 30 Pa au sommet d'Olympus Mons jusqu'à 1 155 Pa au point le plus bas.

La découverte d'azote est récente puisque découverte par Curiosity

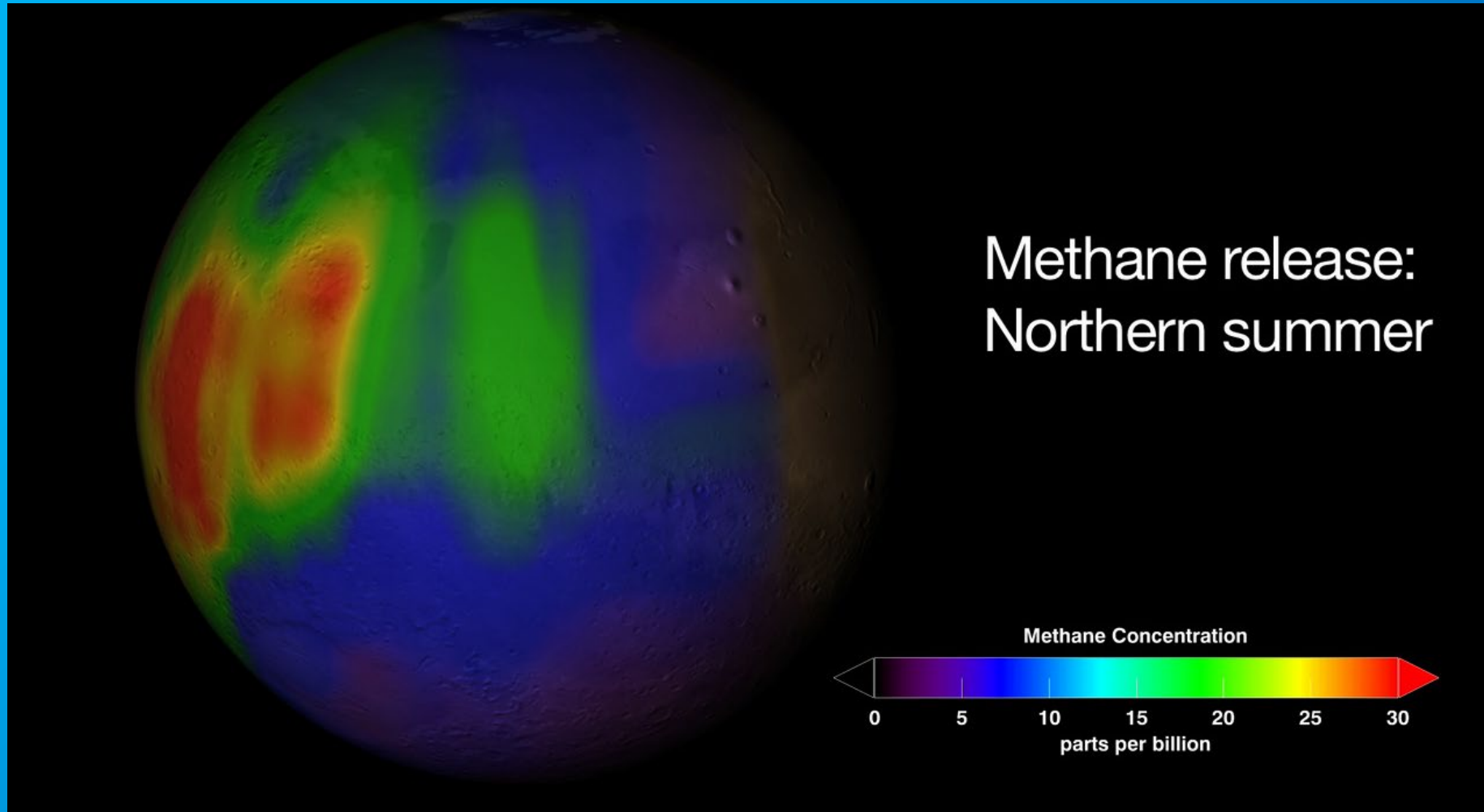


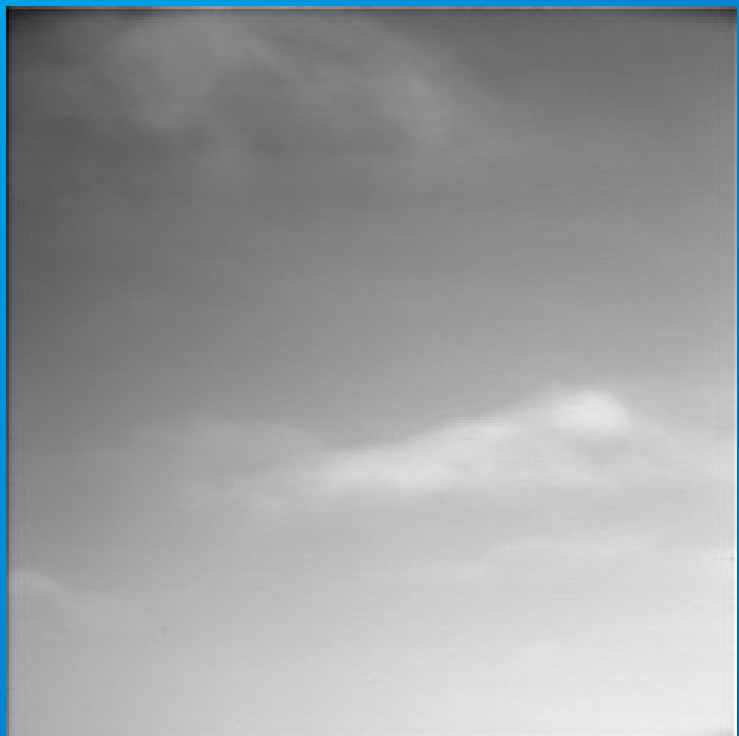
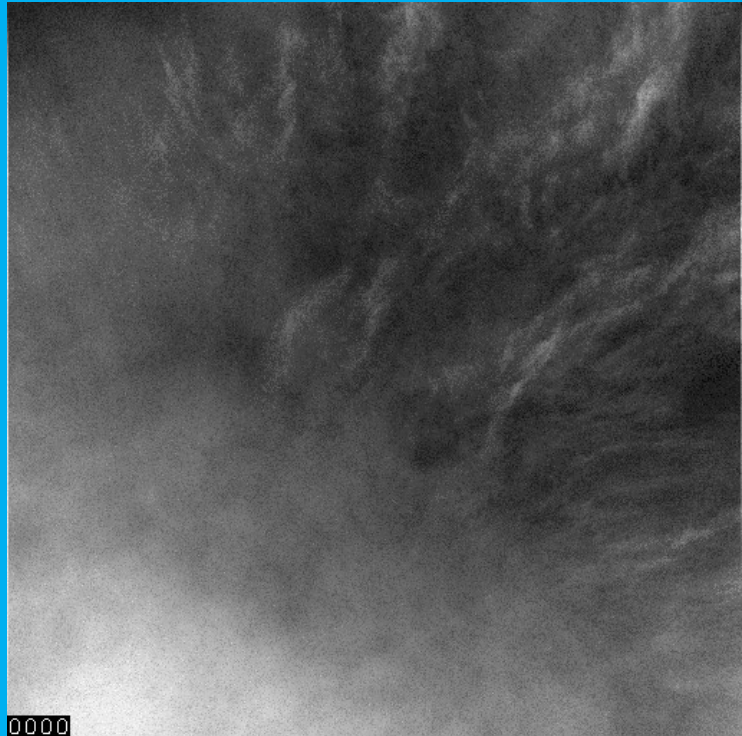
Curiosity explores veins at Garden City outcrop

Credit: NASA/JPL/MSSS/Ken Kremer/Marco Di Lorenzo

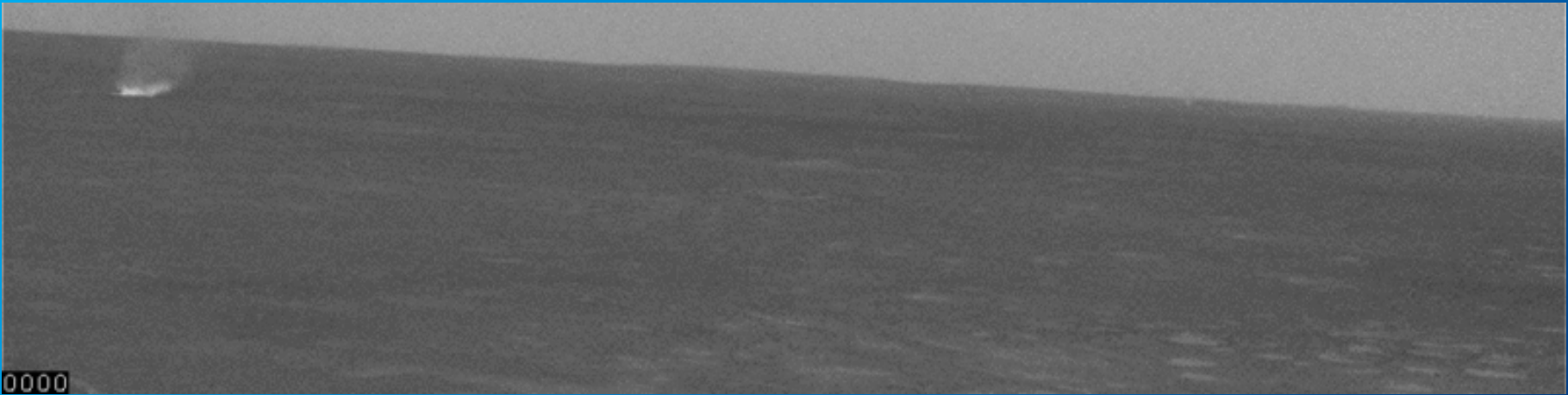
Cet affleurement rocheux traversé de veines de minéraux a été baptisé « *Garden City* ». Il a été photographié avec la caméra du mât de Curiosity le 15 mars 2015, lors du Sol 926.

Le méthane a été détecté dès 2003 dans l'atmosphère de Mars, aussi bien par des sondes telles que Mars Express que depuis la Terre ; ces émissions de CH₄ se concentreraient notamment en trois zones particulières de la région de Syrtis Major Planum.





Il y a une atmosphère, donc du vent



Il peut même y avoir de grandes tempêtes comme en 2001.

En 2018 ce qui a conduit à l'arrêt d'Opportunity et enfin 2022 pour Insight

Mars • Global Dust Storm



June 26, 2001

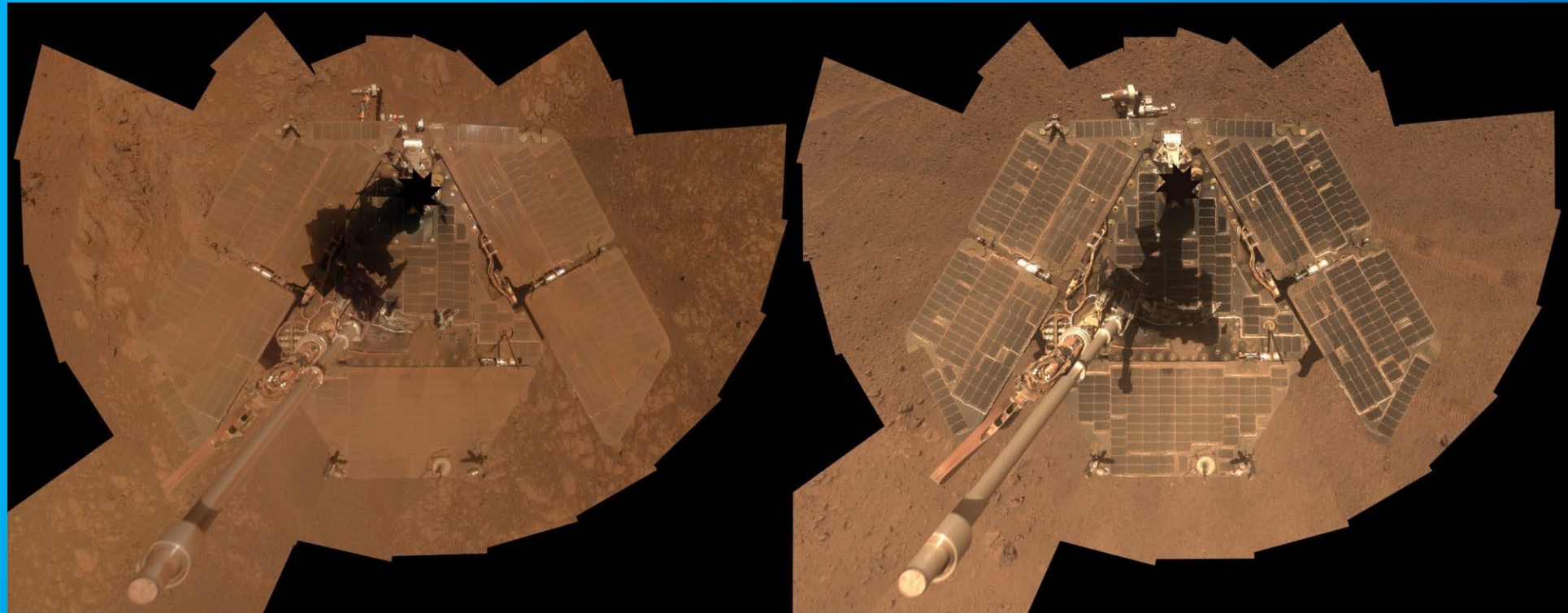


September 4, 2001

Hubble Space Telescope • WFPC2

NASA, J. Bell (Cornell), M. Wolff (SSI), and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • STScI-PRC01-31

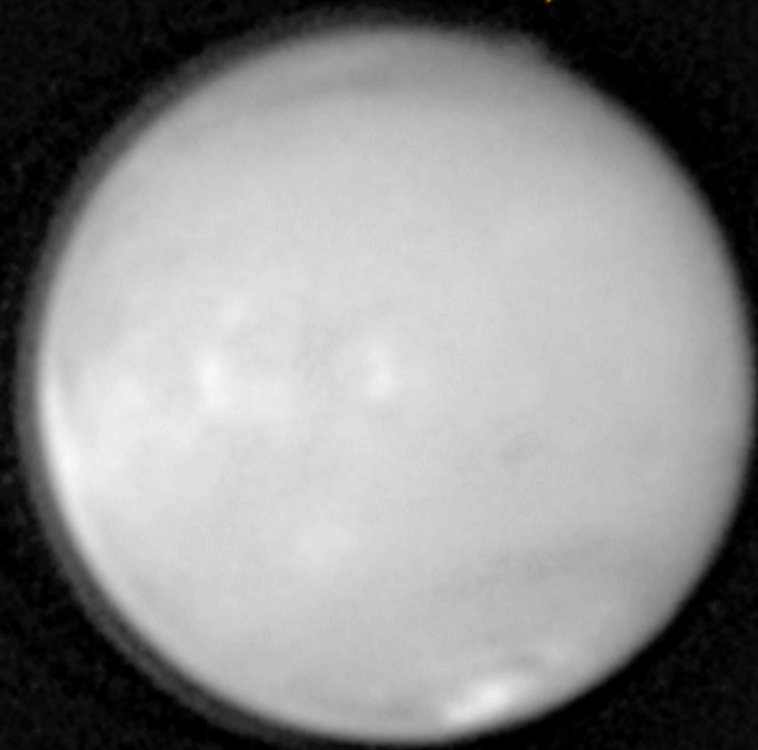
Malgré tout le vent avait permis à Opportunity de survivre plus longtemps que Spirit



Acquises à trois mois d'intervalle (début janvier à gauche et fin mars à droite), ces deux autoportraits du rover Opportunity de la Nasa montrent l'effet du vent sur ses panneaux solaires. En janvier, ceux-ci étaient complètement recouverts d'une fine couche de poussière, alors que cette dernière avait complètement disparu à la fin mars ! © Nasa

On a aussi trouvé de mystérieux nuages

2012

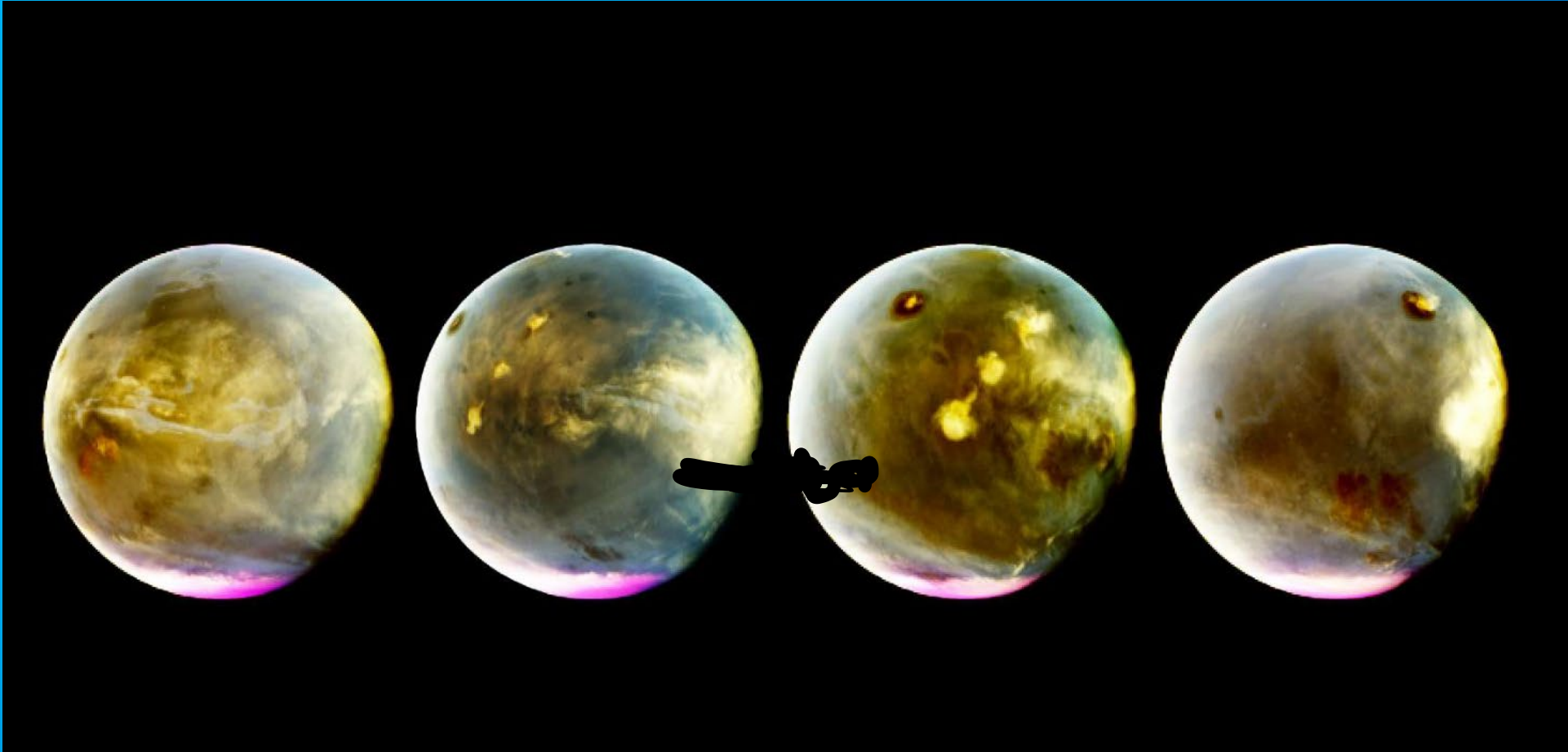


Green Light / 20 March 2012 / 2:15ut - 2:51ut / W. Jaeschke

2018

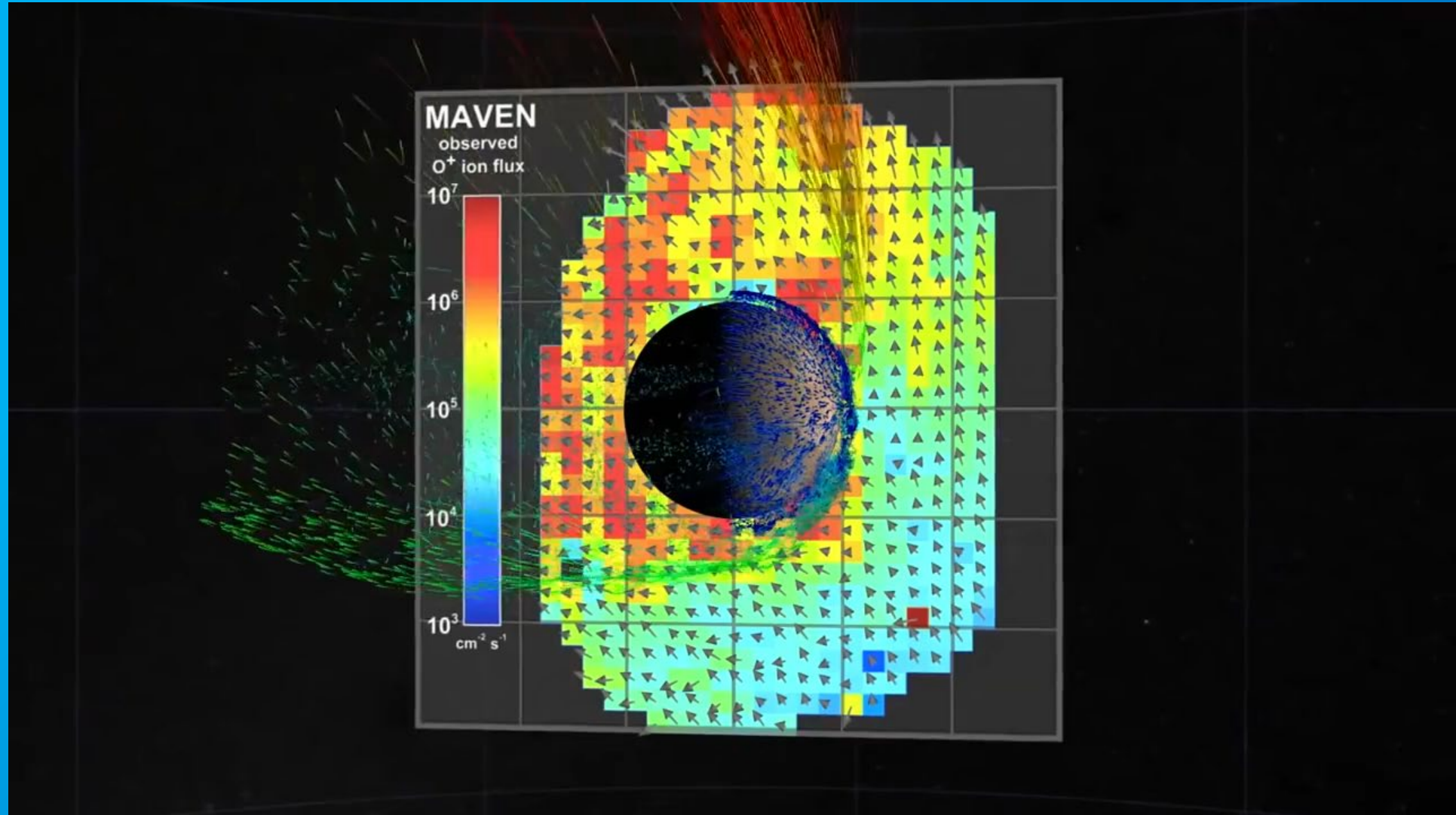


De plus la sonde Maven a permis de voir nettement les nuages de vapeur d'eau se développer au dessus des volcans

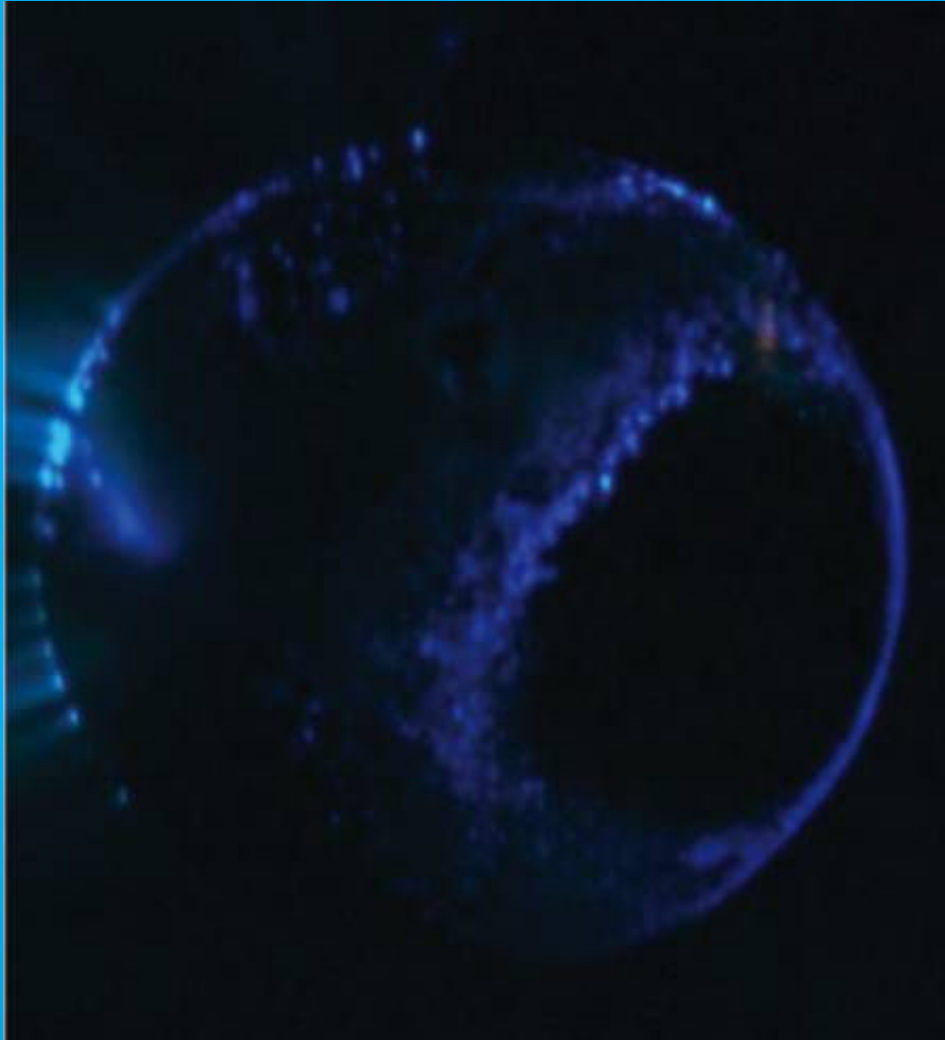


Photos prises les 9 et 10 juillet 2016

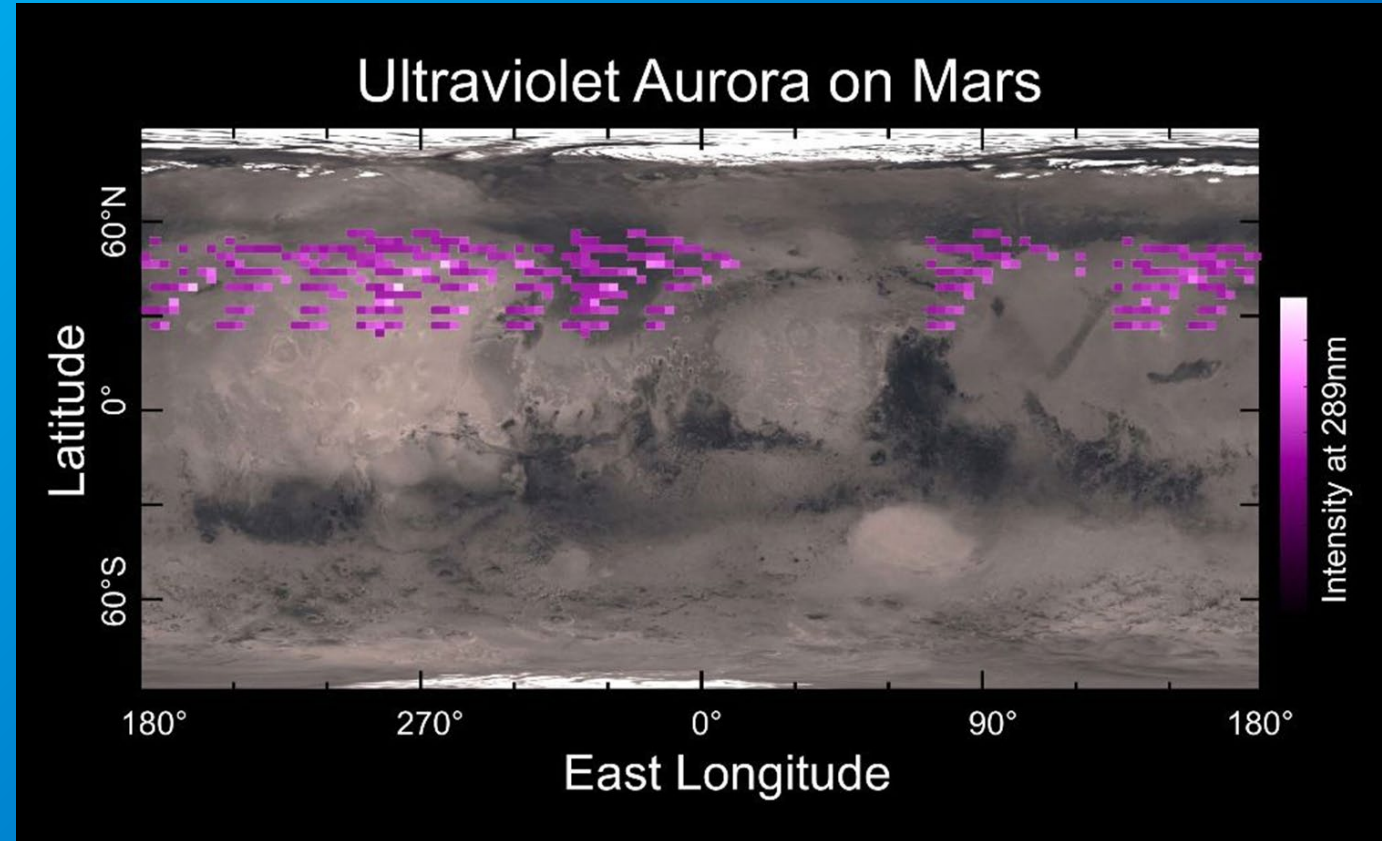
Mais pourquoi l'atmosphère de Mars est-elle devenue si ténue ?



Sur Mars, il y a aussi des aurores mais elles seraient bleues, et elles brilleraient encore plus dans l'ultraviolet



Plus visibles dans l'hémisphère sud

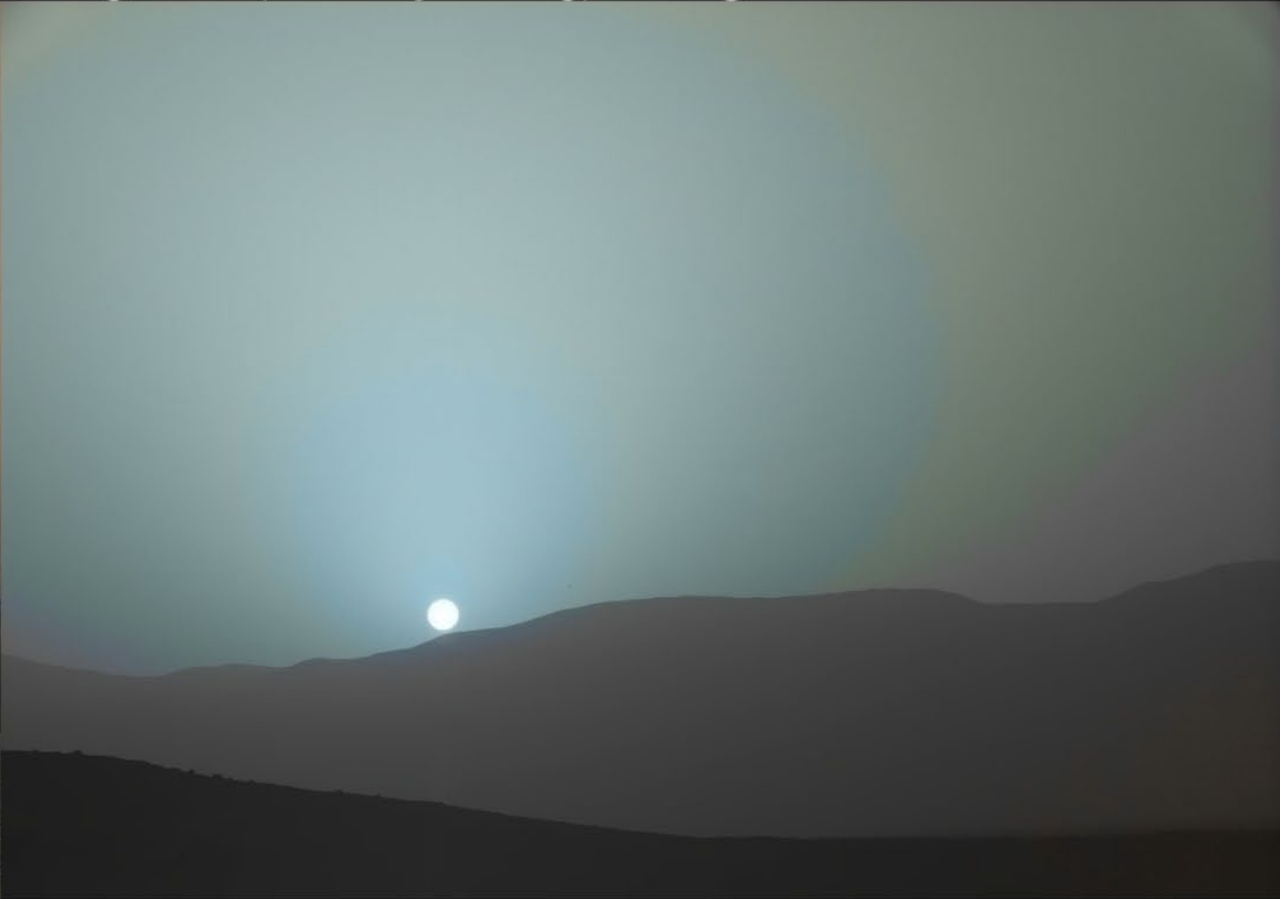


Carte dressée en décembre 2014, qui montre des aurores visibles dans l'ultraviolet très répandues dans l'hémisphère nord de Mars, sans être particulièrement liées à un emplacement géographique. © université du Colorado



Deux mondes

T w o W o r l d s



O n e S u n

Place : Earth > France > Marseille
Date : 18th May, 2012
Camera : EOS 400D, 18-200mm
Damia Bouic

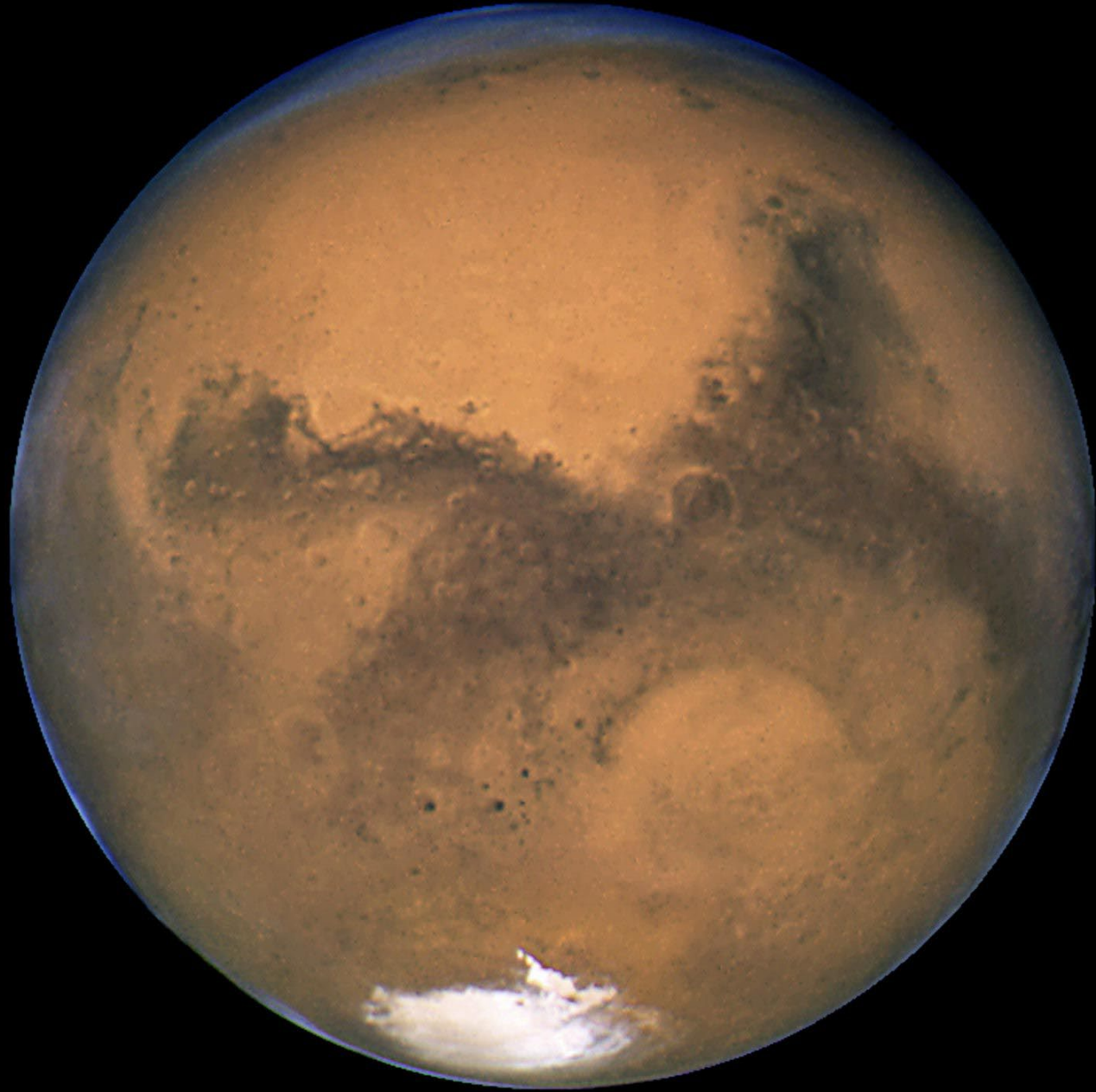
Place : Mars > Elysium Planitia > Gale Crater
Date : 15th April, 2015
Camera : Mastcam 34
NASA/JPL-Caltech/MSSS/Damia Bouic

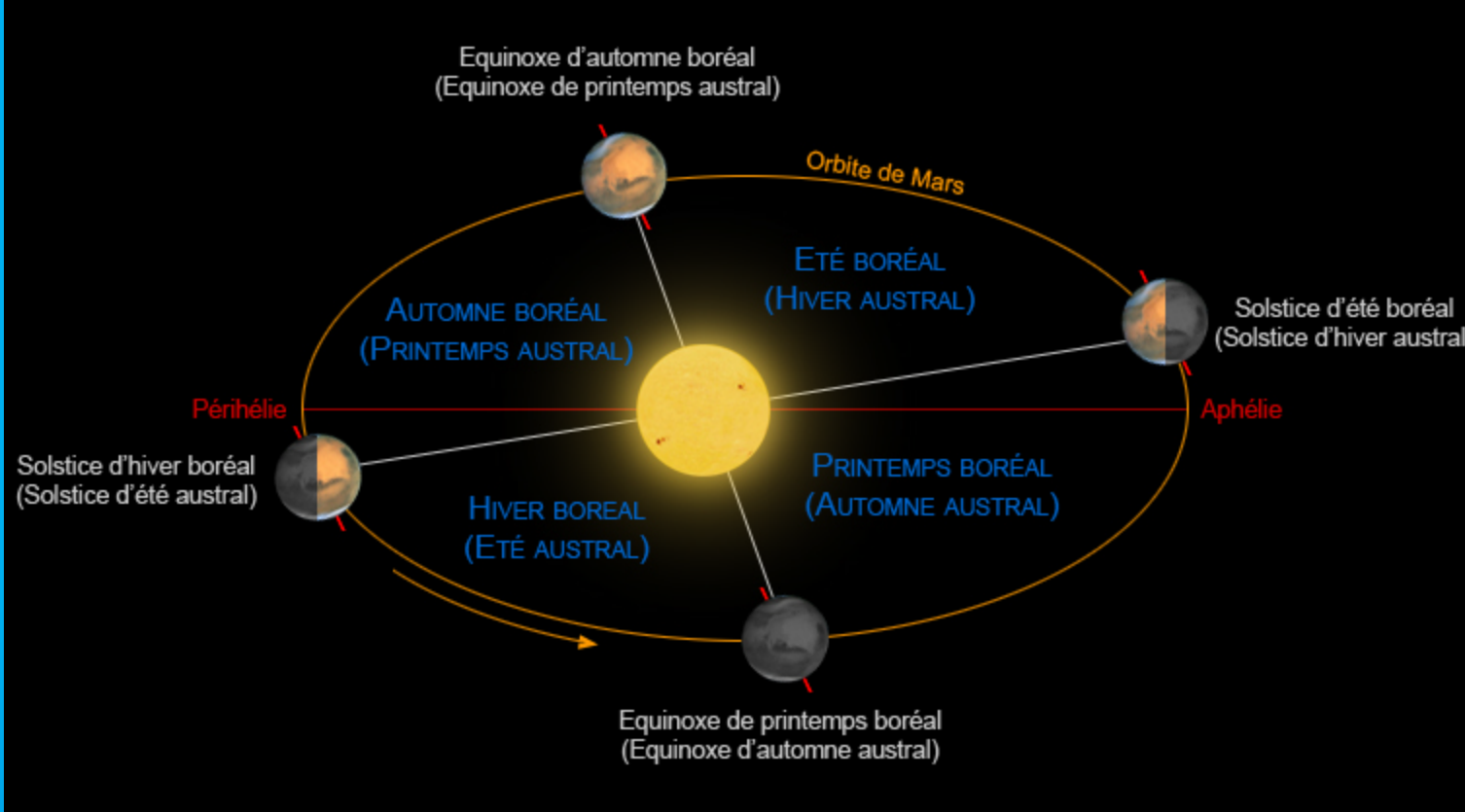
Un Soleil

Climat

Mars reçoit du Soleil une énergie variant de 492 à 715 W/m² selon sa position sur son orbite.

De plus elle ne génère qu'un effet de serre négligeable, d'où une température moyenne d'environ -63 °C à la surface de Mars, avec des variations de températures extrêmes d'environ de -135 et -5 °C.

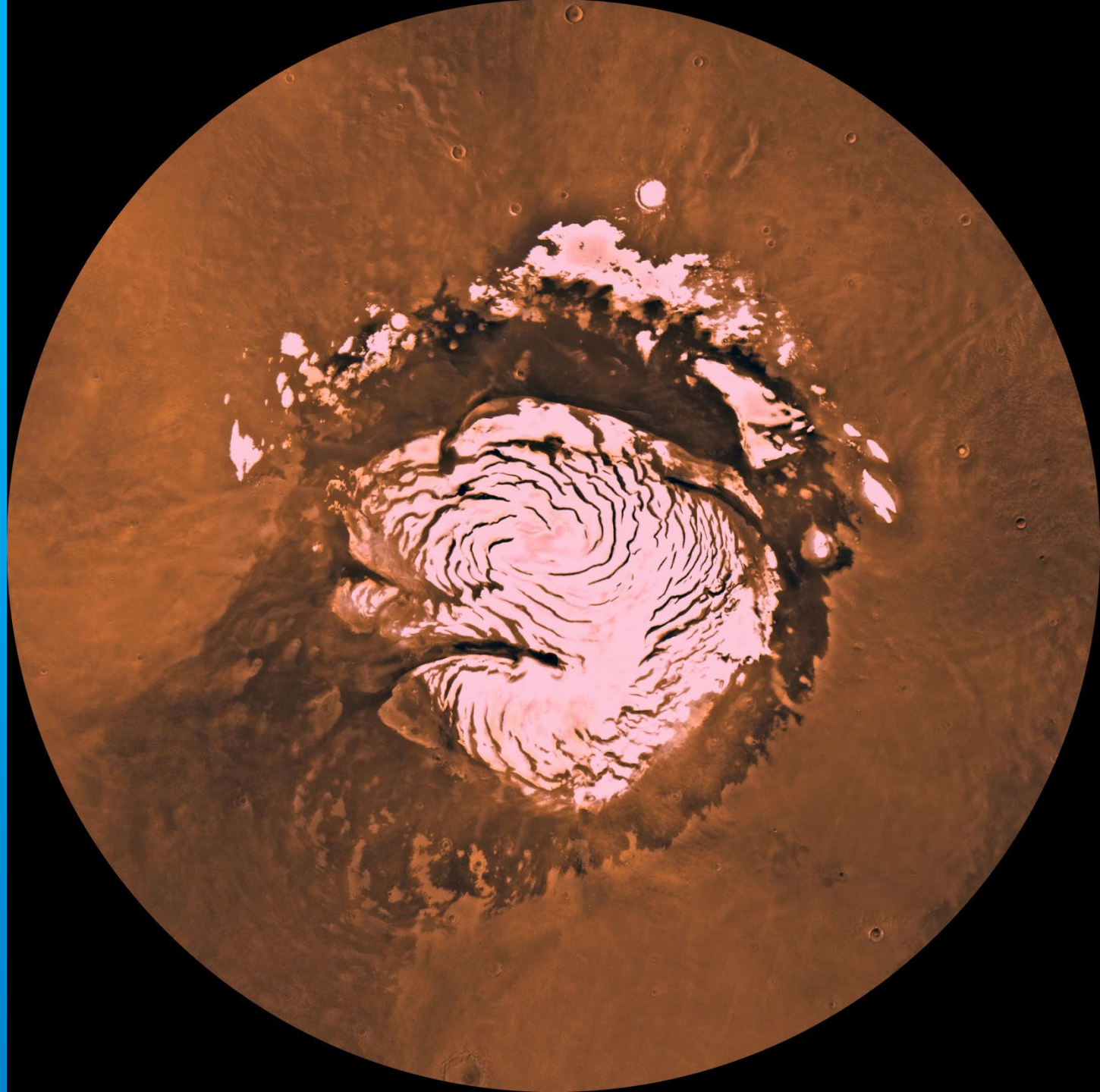




L'axe de Mars étant incliné de $25,19^\circ$, il existe des saisons sur Mars comme il en existe sur Terre. Mais l'excentricité de l'orbite martienne est sensiblement plus élevée de sorte que ces saisons sont d'intensité et de durée très inégales au cours de l'année martienne (voir tableau ci-dessous).

Saison (hémisphère nord)	Durée sur Mars		Durée sur Terre
	Sols	Jours	
Printemps	193,30	198,614	92,764
Été	178,64	183,551	93,647
Automne	142,70	146,623	89,836
Hiver	153,95	158,182	88,997
Année	668,59	686,97	365,25

Comme sur Terre il y a des calottes polaires faites de glace d'eau et de gaz carbonique



Pôle nord

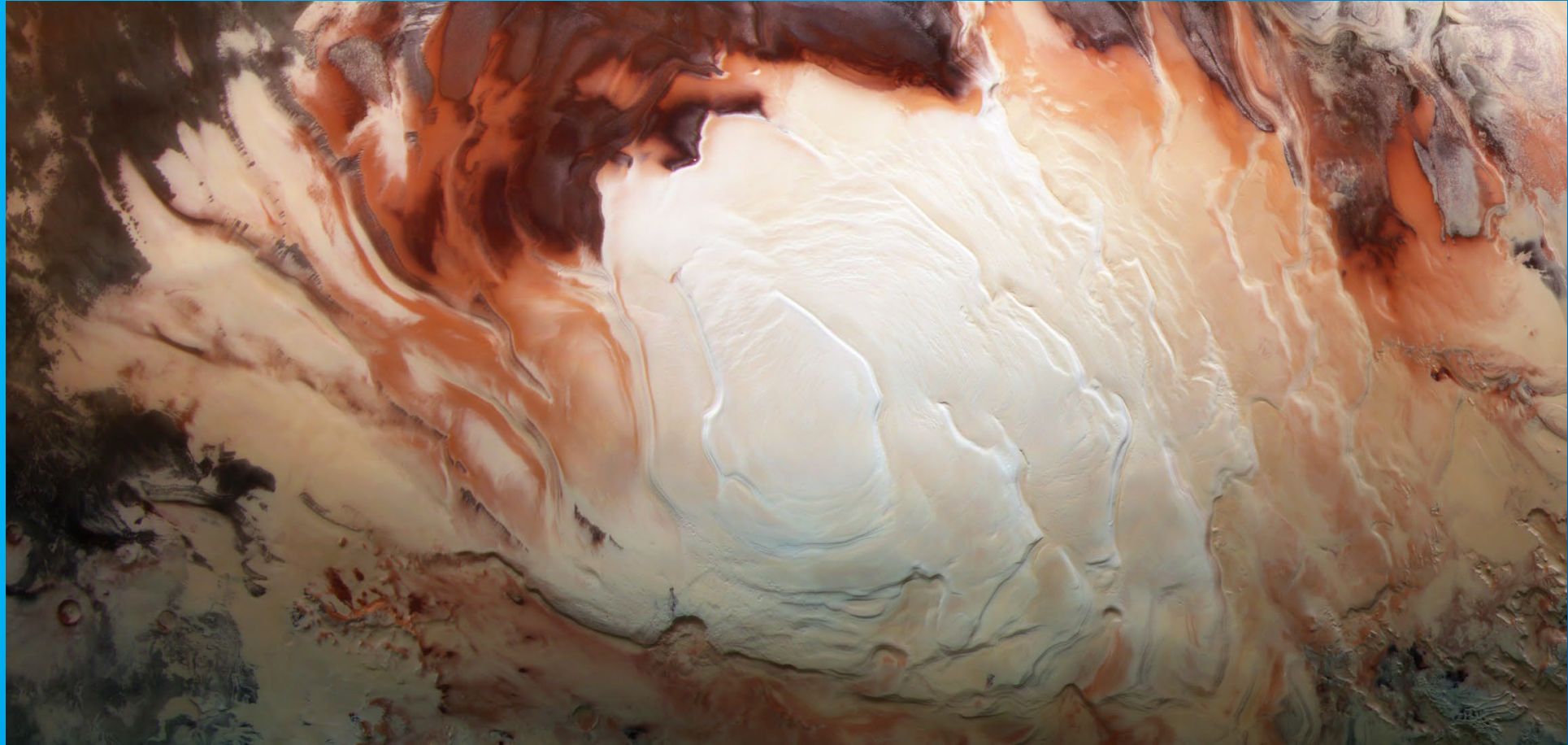
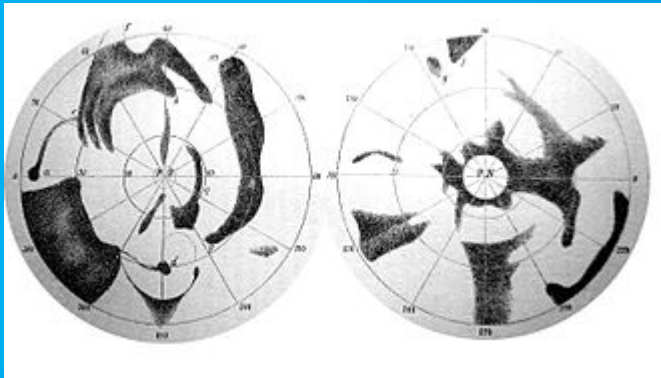


Photo prise le 17 décembre 2012 par Mars Express : Vue du pôle sud de Mars, en vraies couleurs.

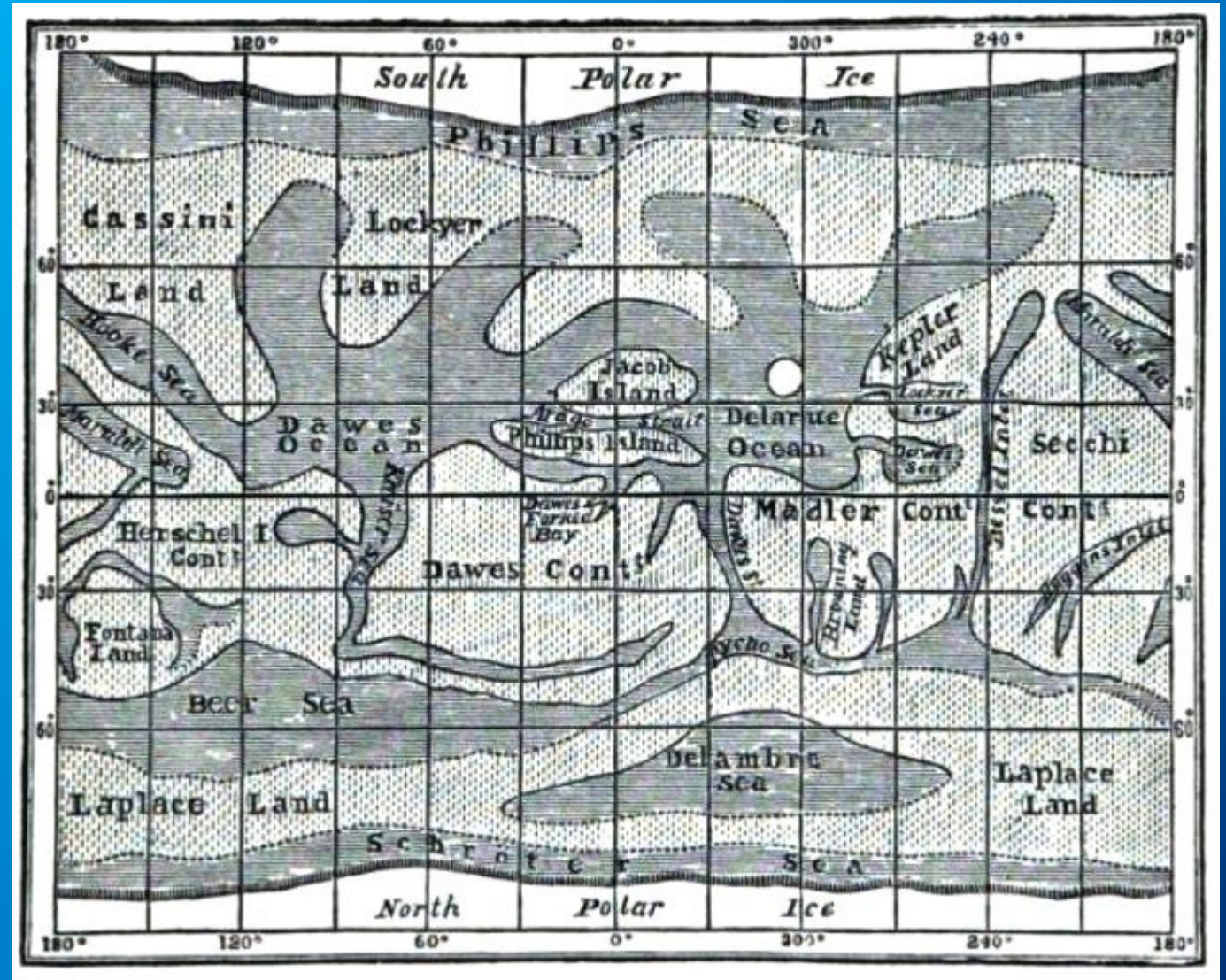
Le blanc est dû à de la glace tant d'eau que de dioxyde de carbone.

L'eau sur Mars

Les premières images de Mars montraient des « canaux ». Depuis on se demande si Mars ne contiendrait pas d'eau sous forme de glace étant donné son éloignement.

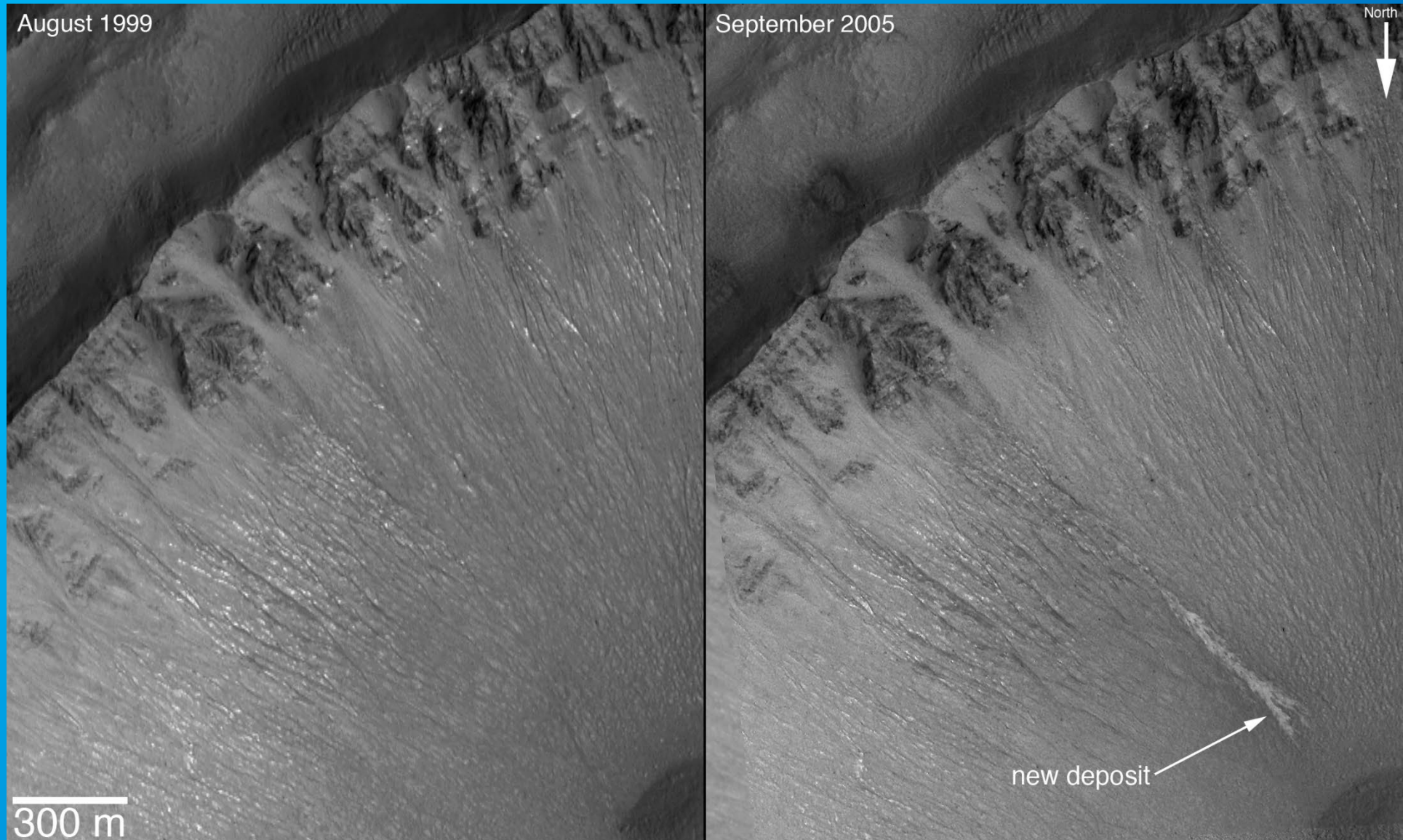


par les astronomes allemands
Beer et Mädler en 1840.



par Richard A. Proctor en 1905.

Depuis que des missions sont envoyées vers Mars, on s'aperçoit de plus en plus que Mars a dû avoir de l'eau liquide






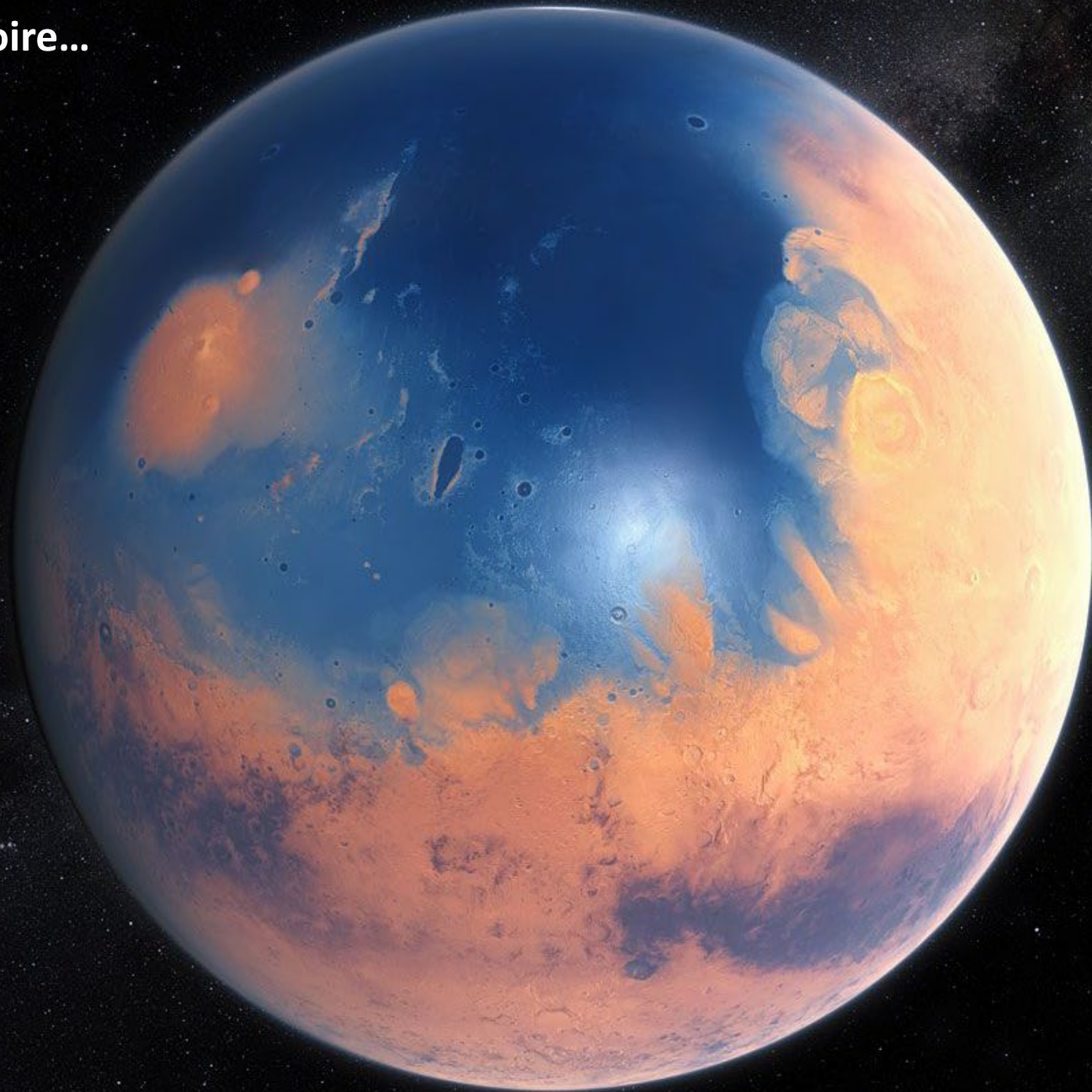
Jusque dernièrement :

Les traces d'un ancien glacier sont retrouvées près de l'équateur de Mars



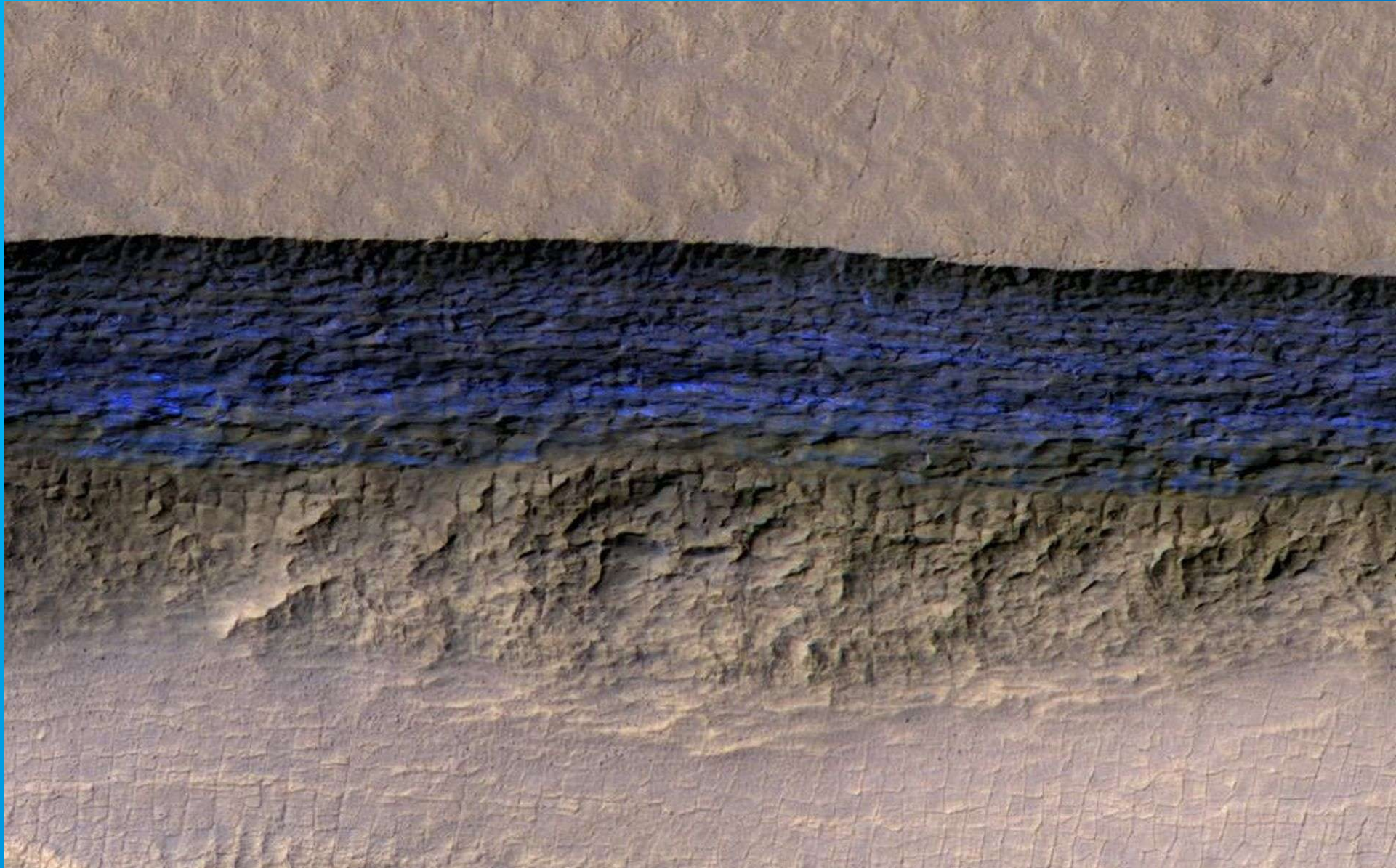


Un peu d'histoire...



Au début après la période d'accrétion et le refroidissement, Mars devait ressembler à cette image

On sait maintenant que des milliers de glaciers se cachent sous la surface de Mars



Et la vie ?

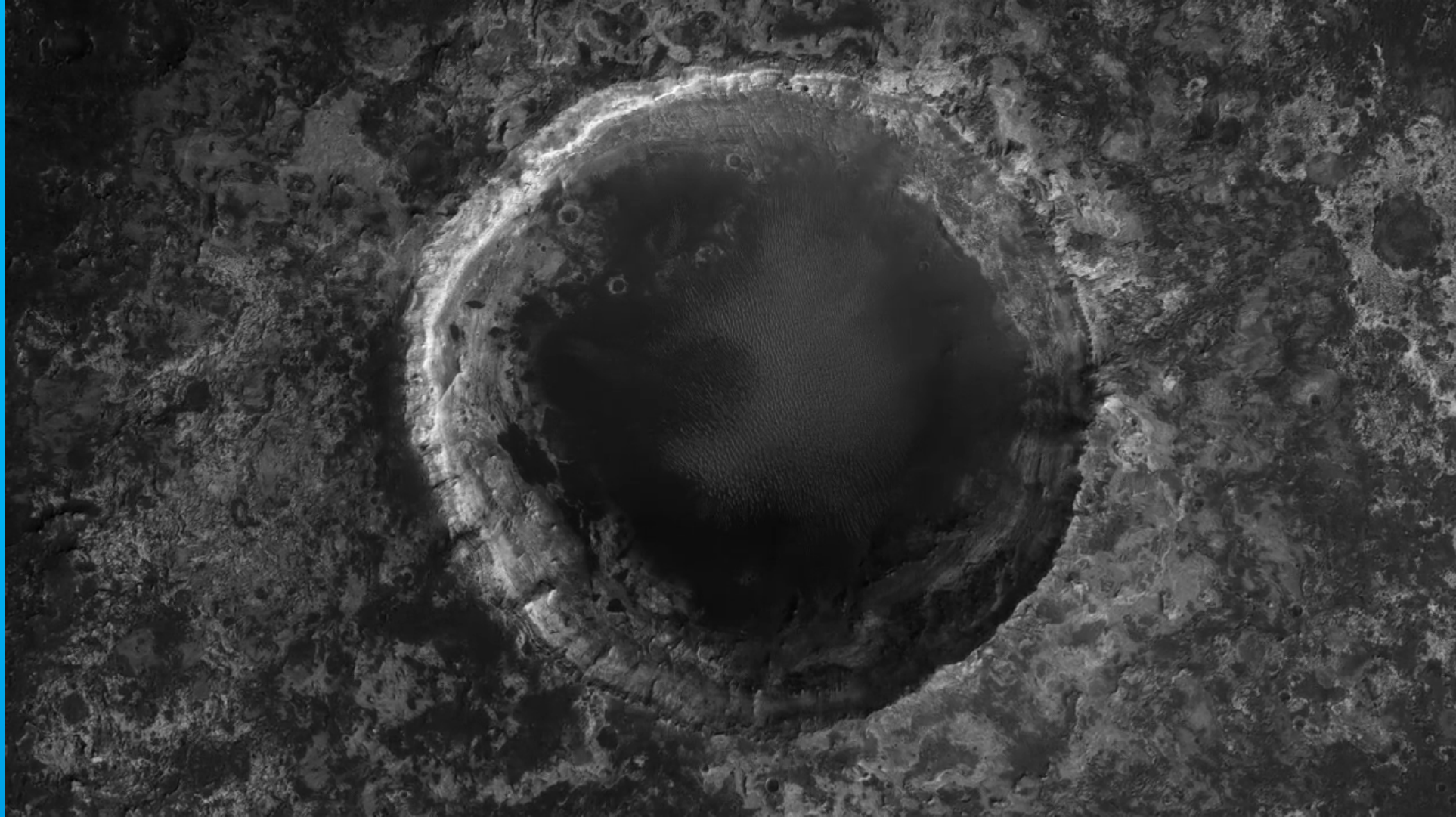
Pour l'instant nous n'en avons pas de preuve.

On a trouvé des molécules qui pourraient... dans de bonnes conditions...

Amener ou prouver qu'il y a quelque chose...

Mais on ne sait pas

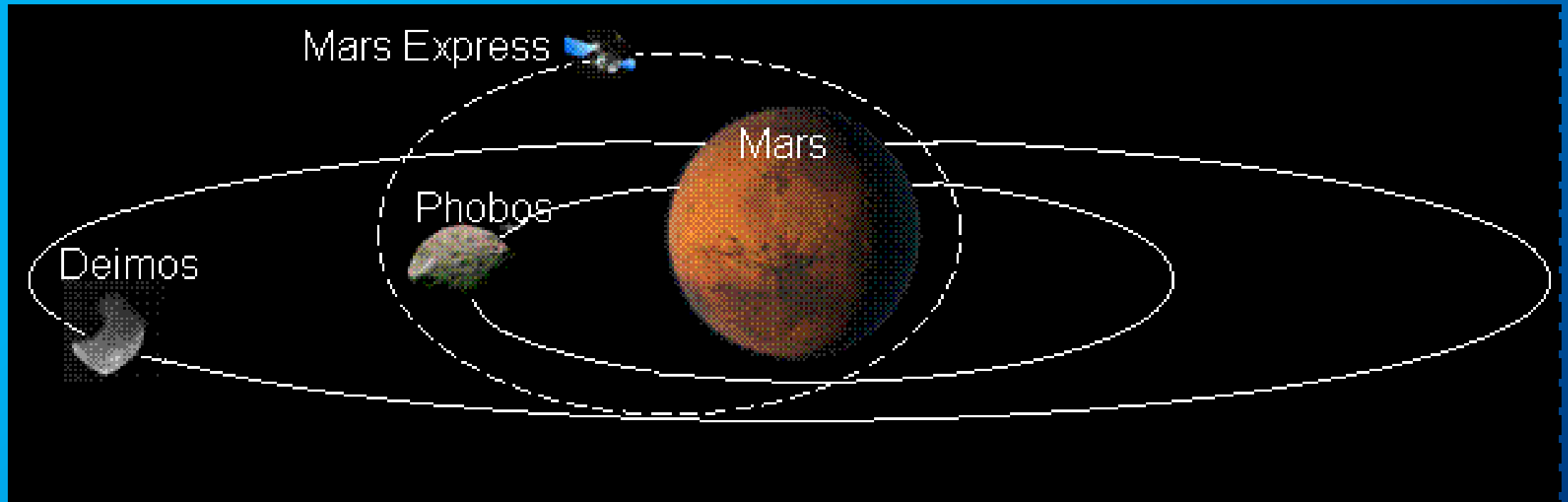
Avant de passer aux satellites de Mars voici une animation des paysages insolites de Mars vus par HiRise



Ces photos sont réunies dans un livre, *Mars, une exploration photographique*, paru aux éditions Xavier Barral.

Les satellites

Mars a deux petits satellites, Phobos et Déimos. Ils sont trop petit pour être sphériques. Ils ressemblent à des astéroïdes de type chondrite carbonée dont l'origine demeure incertaine, on pense que Mars les aurait capturés mais rien n'est sûr.

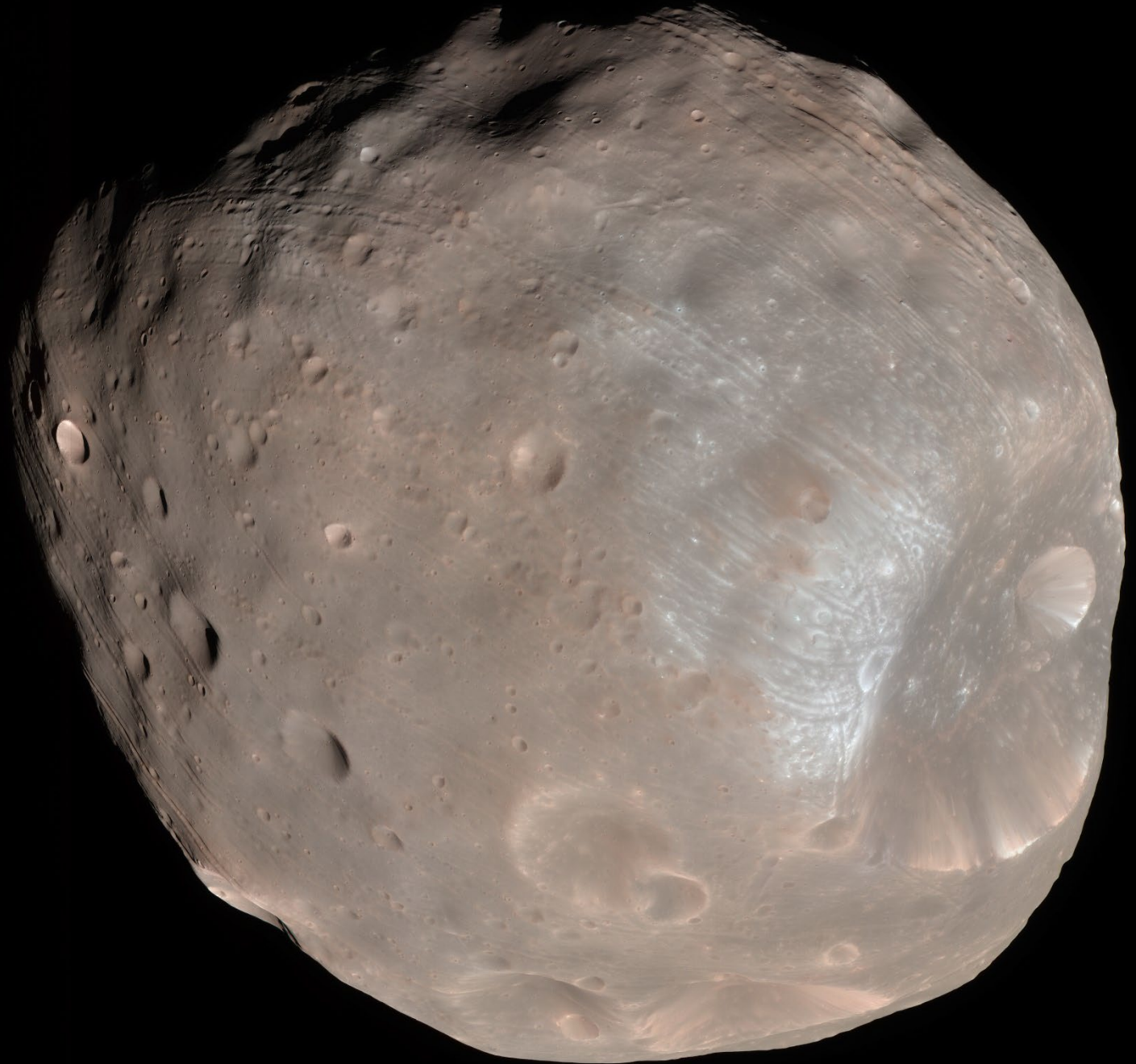




	<u>Phobos</u>	<u>Deimos</u>
<u>Dimensions</u>	26,8 × 22,4 × 18,4 km	15,0 × 12,2 × 10,4 km
<u>Demi-grand axe de l'orbite</u>	9 377,2 km	23 460 km
<u>Excentricité orbitale</u>	0,0151	0,0002
<u>Période orbitale</u>	0,31 sols ≈ 0,32 jours	1,23 sols ≈ 1,26 jours

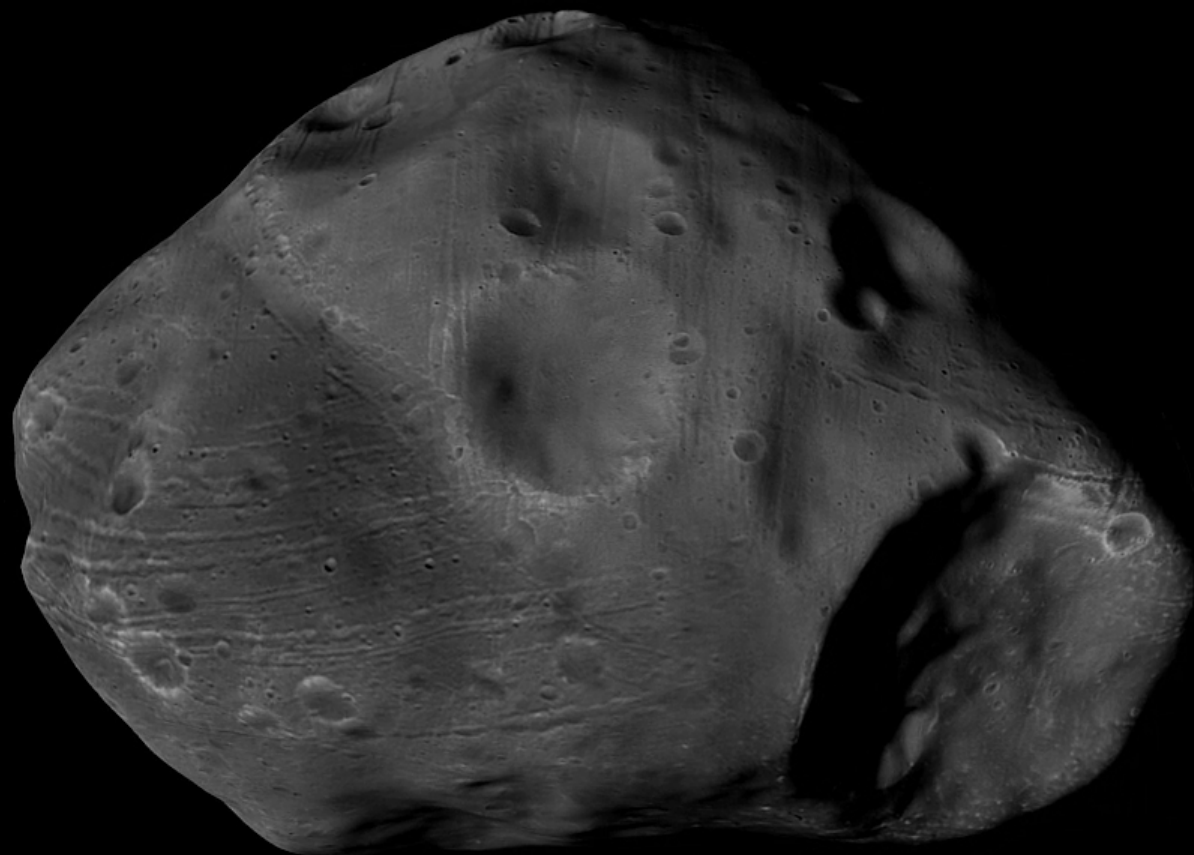
Phobos

Satellite naturel de Mars le plus proche de sa planète, est une masse irrégulière de $27 \times 22 \times 18$ km qui orbite à moins de 6 000 km d'altitude, au point de n'être pas visible depuis les régions polaires de la surface martienne, au-delà de $70,4^\circ$ de latitude nord ou sud, où il est masqué par la courbure de la planète.

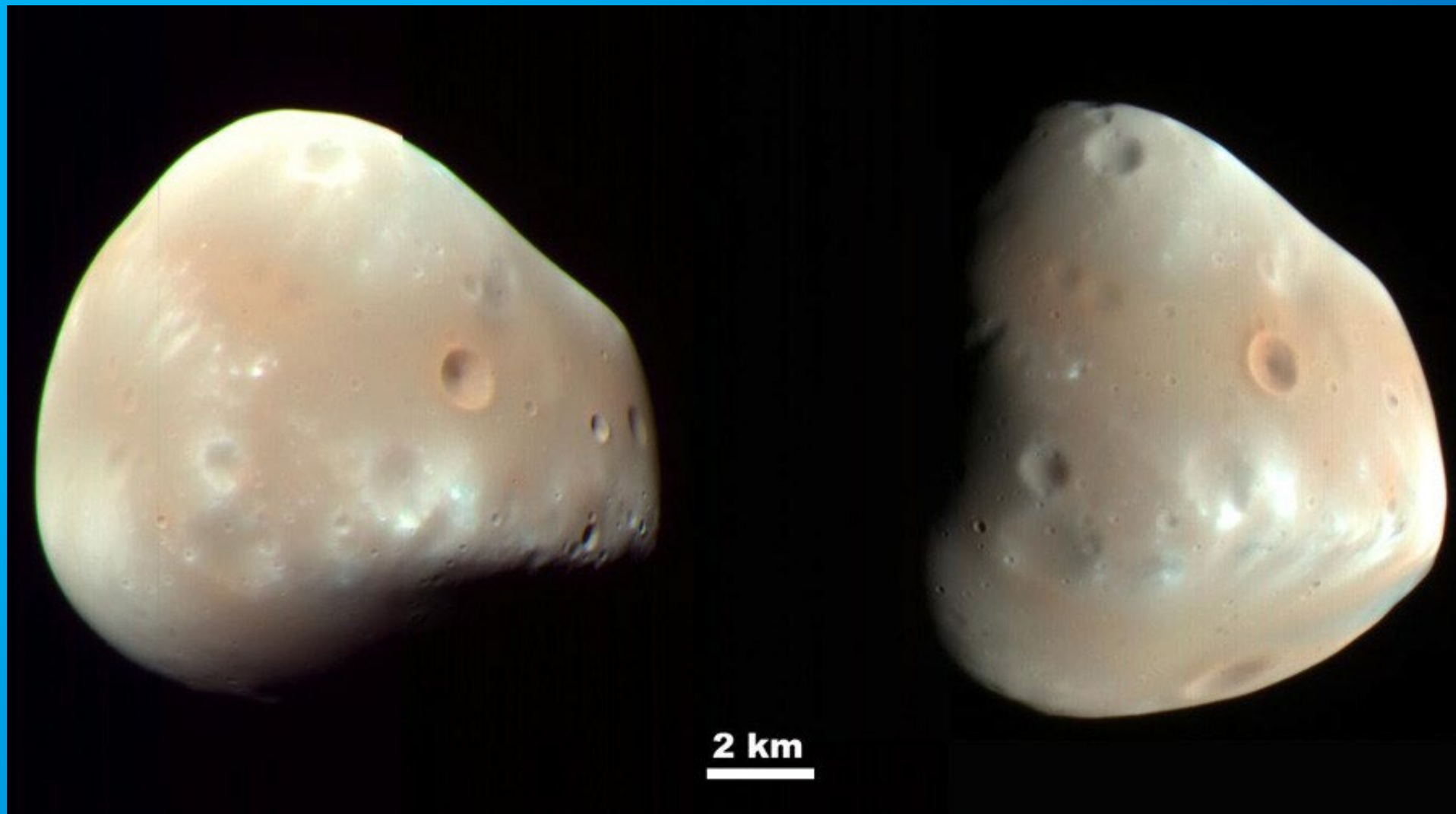


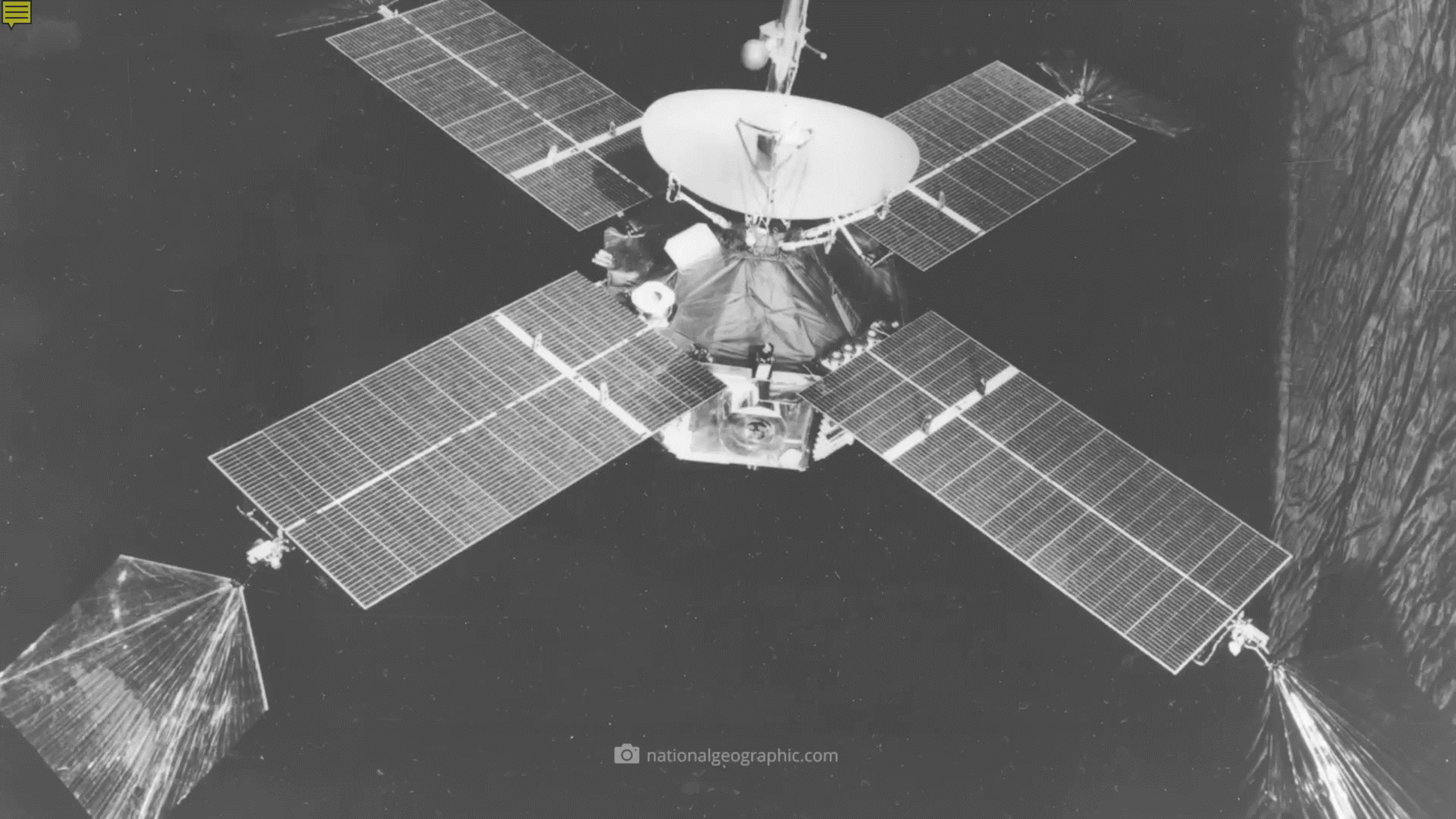
Mais Mars détruit lentement Phobos

• esa



Déimos





Bibliographie

Wikipedia

Futura

L'exploration de mars!!(ou on en est) :

<https://www.youtube.com/watch?v=e0xyh-KGM3Y>

Les troublantes images de Mars :

<https://www.youtube.com/watch?v=SiQ6wpVjAJ8>

Le rover Curiosity de la NASA retrouve des structures inhabituelles sur Mars ! :

<https://www.youtube.com/watch?v=XUdYCuKuf60>

Les images historiques et le tout premier son enregistré sur Mars par le rover Perseverance

: <https://www.youtube.com/watch?v=h8J7v43mEB4>