

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

Caractéristiques physiques

| | |
|------------------------------------|--|
| Rayon moyen | 3 389,5 km (0,532 Terre) |
| Périmètre équatorial | 21 344 km (0,5326 Terre) |
| Superficie | 144 798 500 km ² (0,284 Terre) |
| Volume | 163,18×10 ⁹ km ³ (0,151 Terre) |
| Masse | 641,85×10 ²¹ kg (0,107 Terre) |
| Masse volumique globale | 3 933,5 ± 0,4 kg/m ³ |
| Gravité de surface | 3,711 m/s ² (0,376 g) |
| Vitesse de libération | 5,027 km/s |
| Période de rotation (jour sidéral) | 1,025957 jours (24,622962 h) |
| Vitesse de rotation (à l'équateur) | 868,220 km/h |
| Inclinaison de l'axe | 25,19° |
| Albédo | Environ 0,2 |
| Irradiance solaire | 589,2 W/m ² (0,431 Terre) |
| Température de surface : | |
| Maximum : | 270 K (-3 °C) |
| Moyenne : | 210 K (-63 °C) |
| Minimum : | 140 K (-133 °C) |

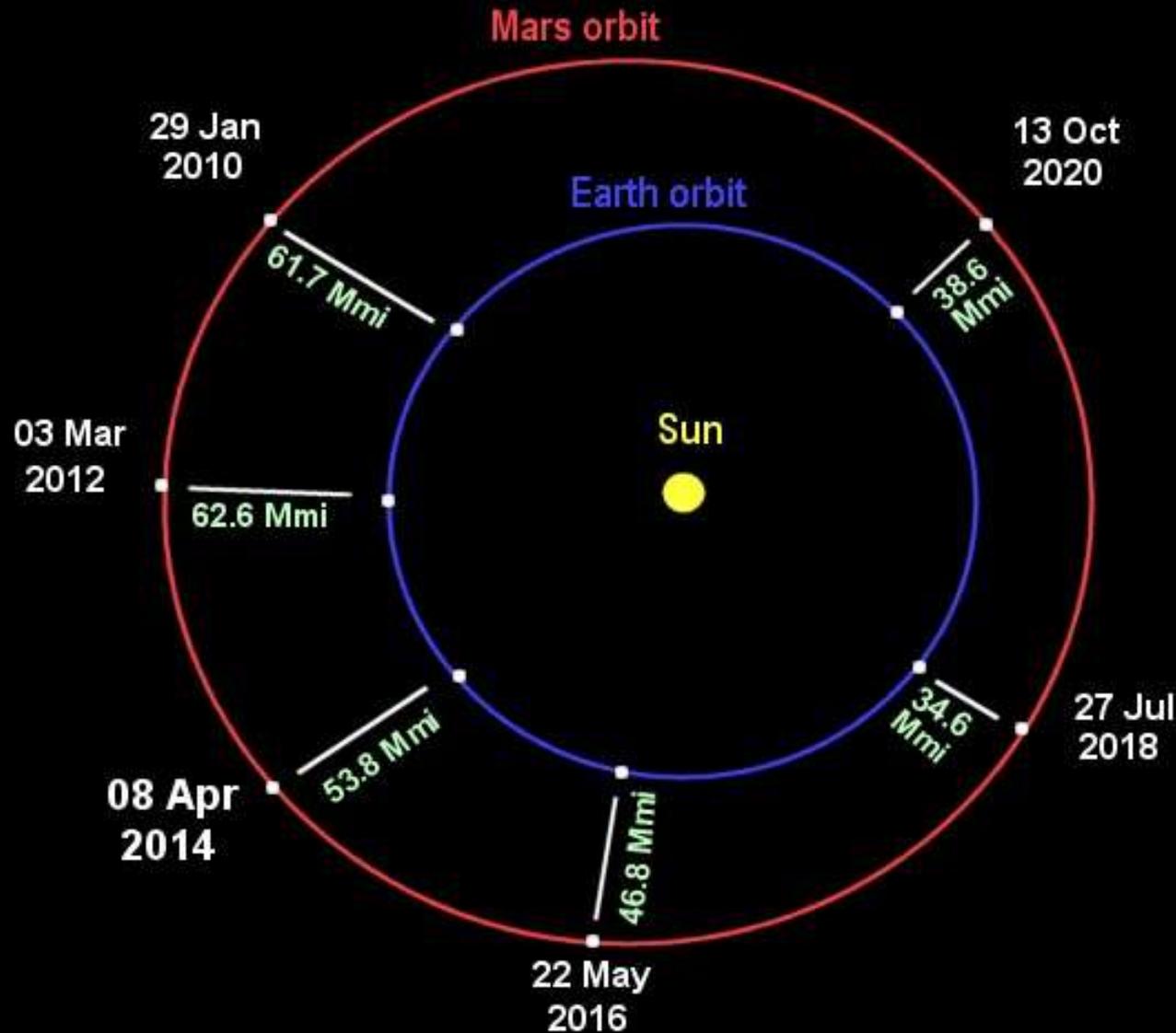


Caractéristiques orbitales

| | |
|--|-----------------------------------|
| Demi-grand axe | 227 936 637 km ou (1,52366231 UA) |
| Aphélie | 249 228 730 km ou (1,66599116 UA) |
| Périhélie | 206 644 545 km ou (1,38133346 UA) |
| Excentricité | 0,09341233 |
| Période de révolution | 686,9601 jours ou (1,8808 années) |
| Période synodique (<i>période de deux oppositions successives entre la Terre et Mars</i>) | 779,9643 jours |
| Vitesse orbitale moyenne | 24,077 km/s |
| Inclinaison sur l'écliptique | 1,85061° |
| Satellites connus | 2 (Phobos, Déimos) |

Mars peut être observée à l'œil nu, avec un éclat bien plus faible que celui de Vénus mais qui peut, lors d'oppositions rapprochées, dépasser l'éclat maximum de Jupiter, atteignant **une magnitude apparente de -2,91**, tandis que son diamètre apparent varie de **25,1 à 3,5 secondes d'arc** selon que sa distance à la Terre varie de **55,7 à 401,3 millions de kilomètres**

Oppositions of Mars 2010 to 2020

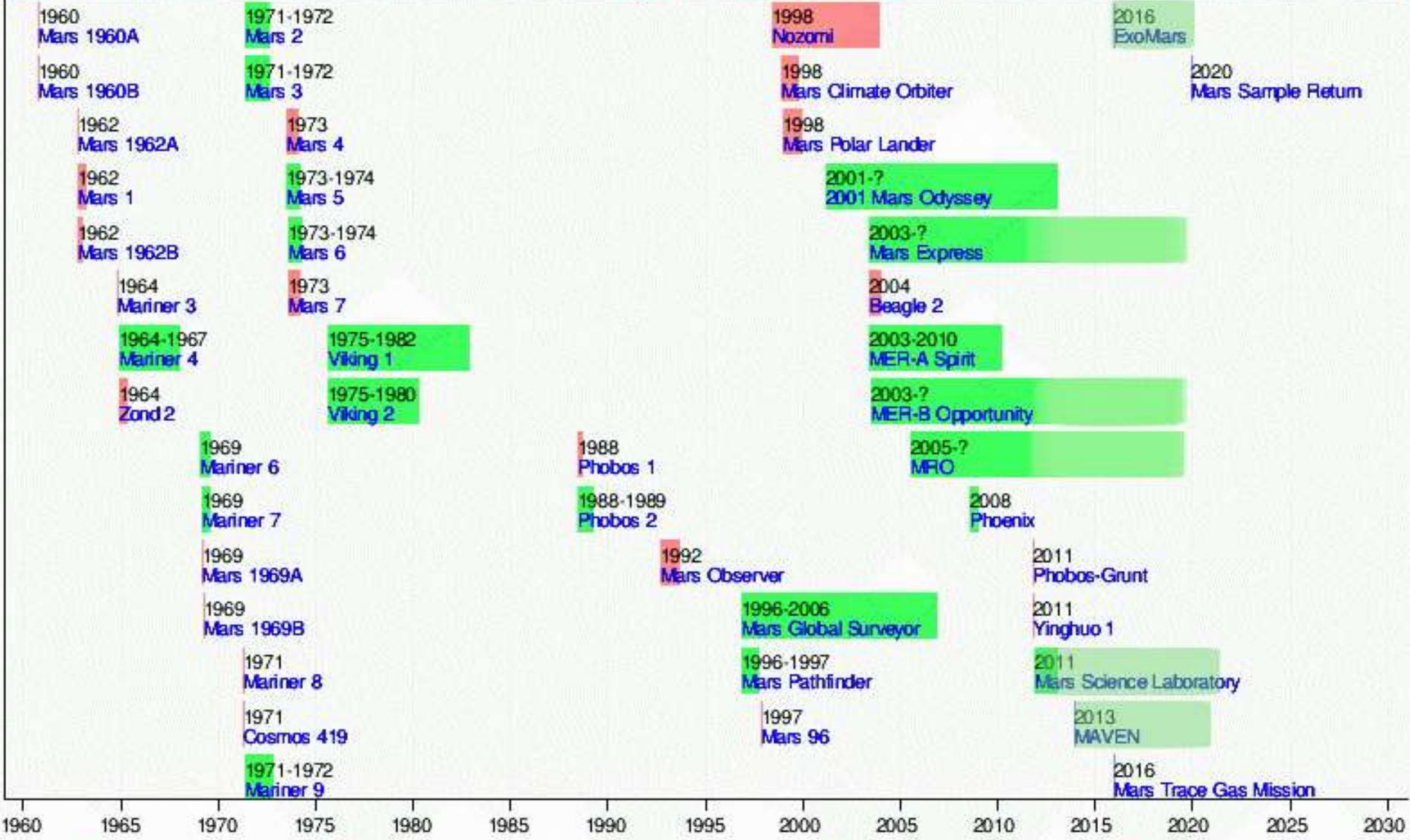


Mmi = Million Miles

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 août 2003 puis fin janvier 2010 et cette année, le 27 juillet.

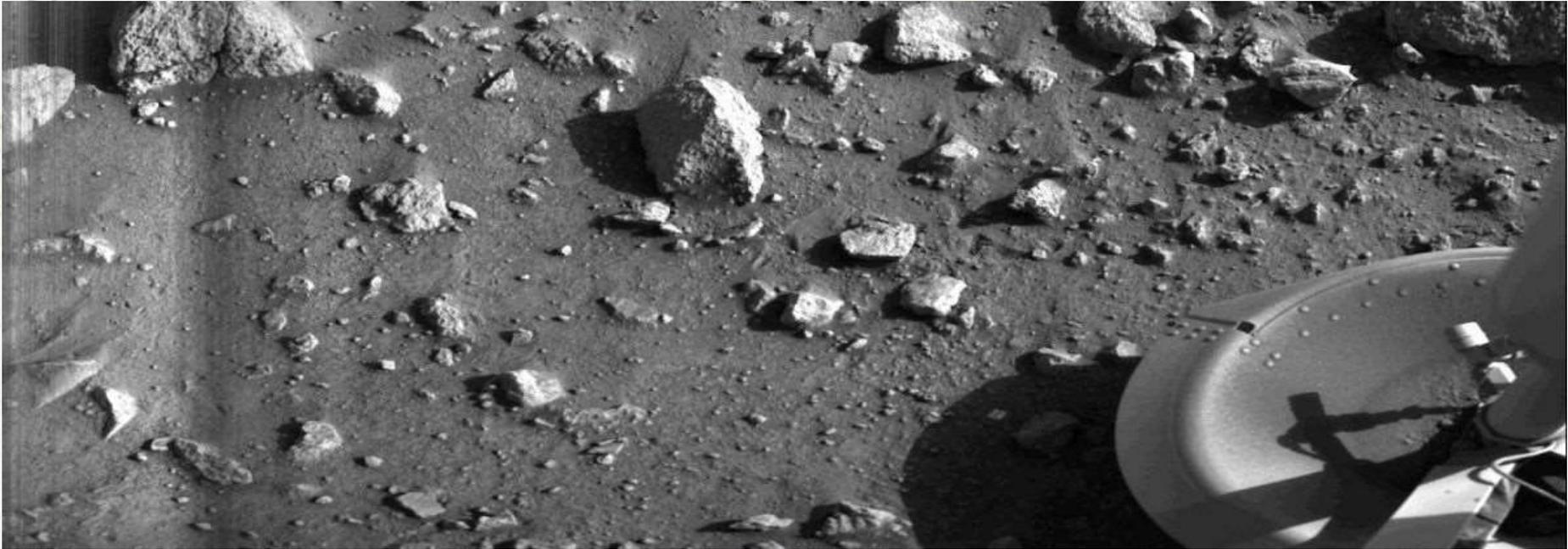
Les missions

Exploration de Mars



L'atterrisseur Viking 1 se posait sur Mars il y a 42 ans

Le rover Mars 2020 partira à la recherche de traces de vie sur Mars mais le pionnier dans ce domaine est Viking 1, le premier engin terrestre à se poser avec succès et en douceur sur la surface de Mars. C'était il y a 42 ans, le 20 juillet 1976.

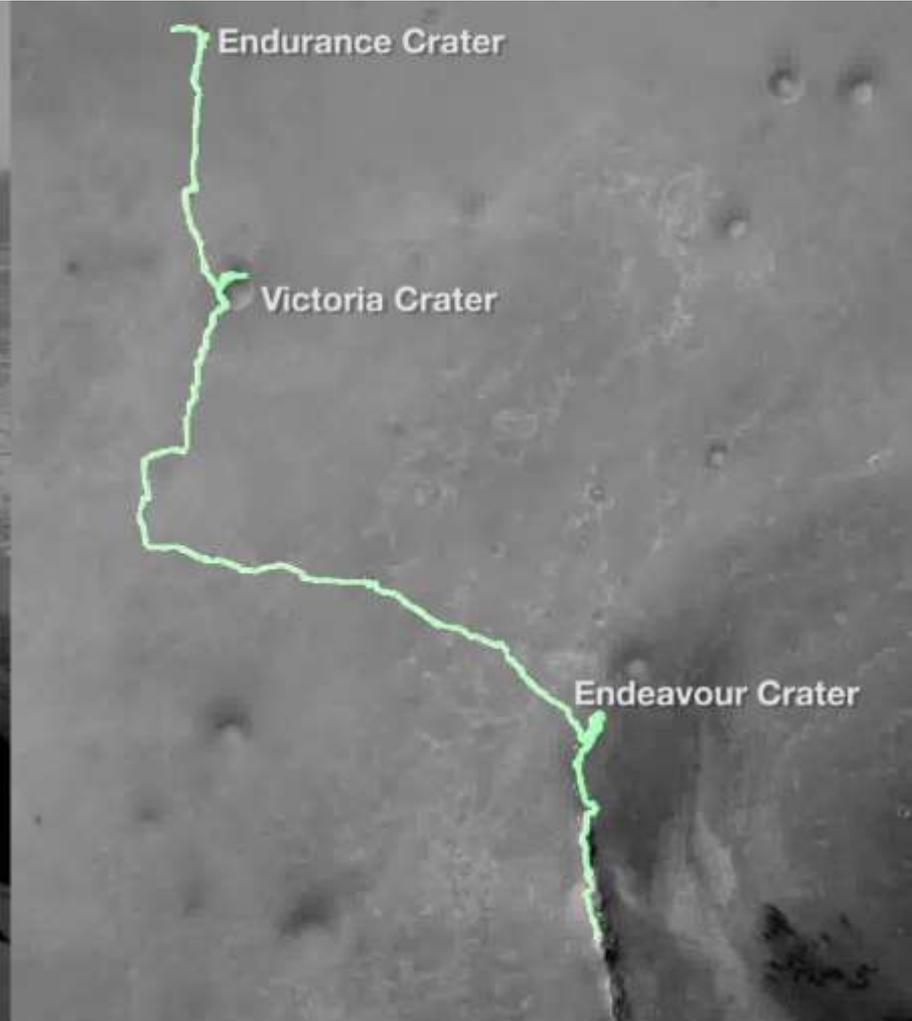


Spirit et Opportunity : 10 ans d'exploration de Mars

Photo prise par Opportunity au 4999^{ème} sol de son périple



Voici les périples des deux rovers encore actifs sur Mars.
Ici celui d'Opportunity



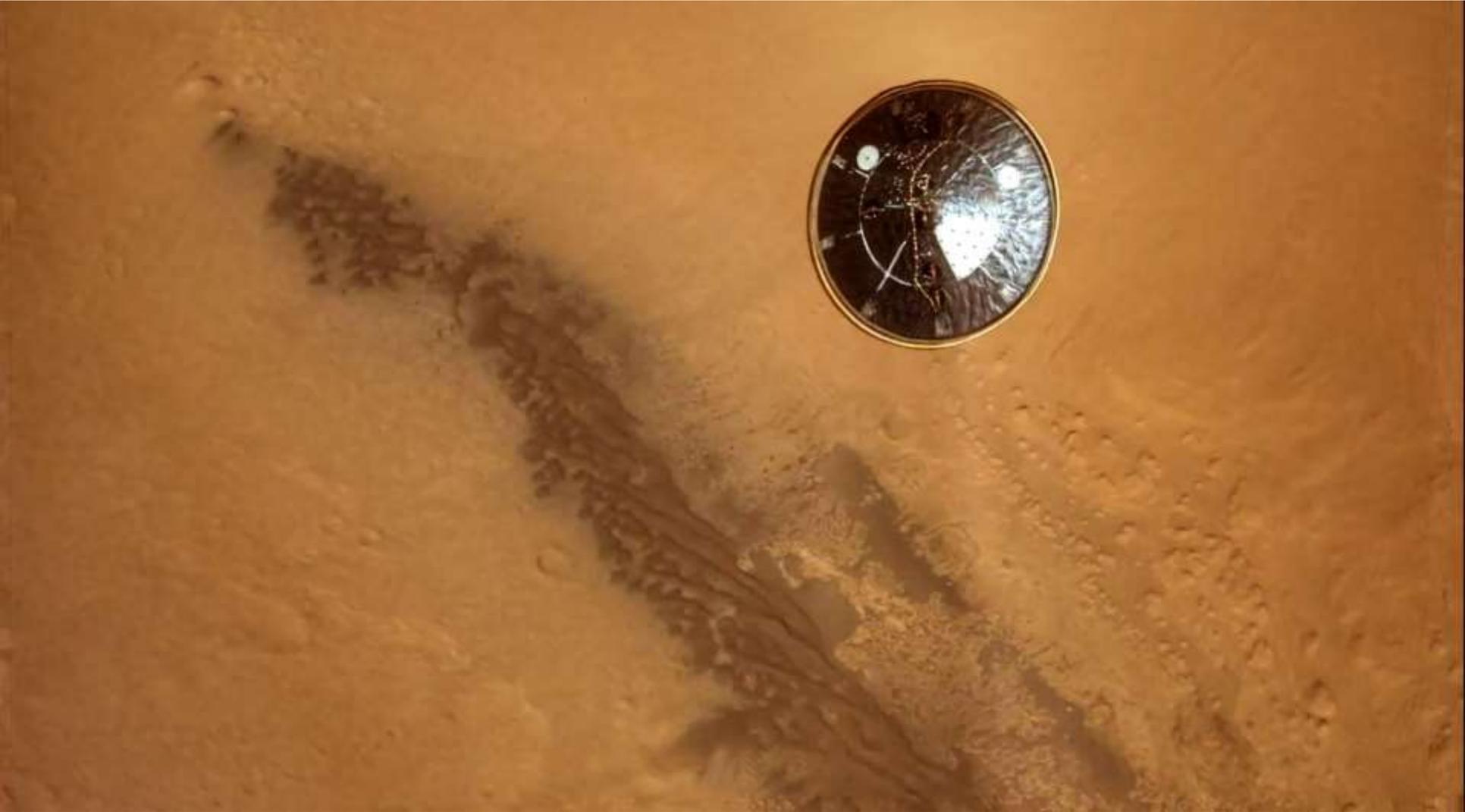
uracy97/20 Marc Greenberg Nasa 28 Mar 2015

42205 meters

- <https://www.dailymotion.com/video/x2x7kjm>

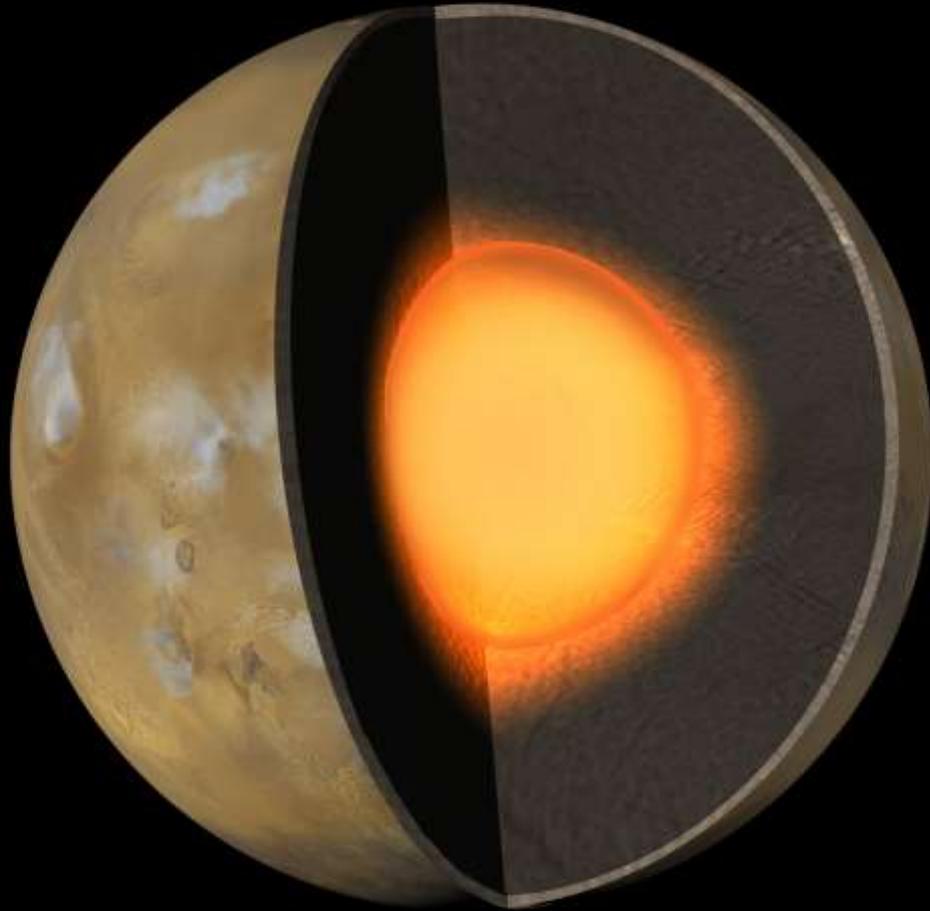
Et pour Curiosity :

Voici sa descente, le 6 août 2012, filmée par lui-même.



Structure de Mars

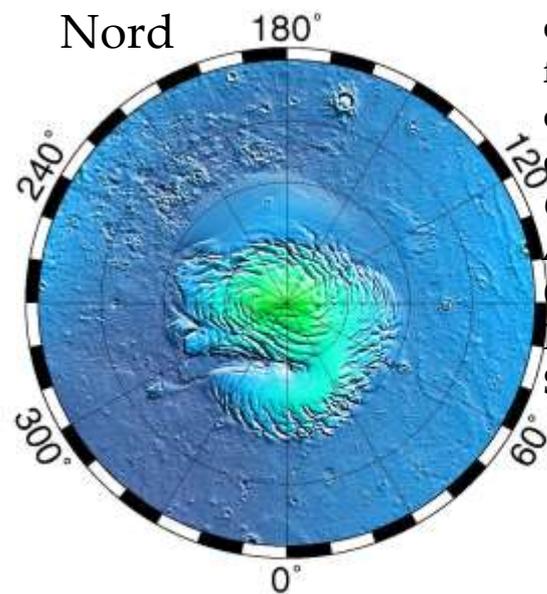
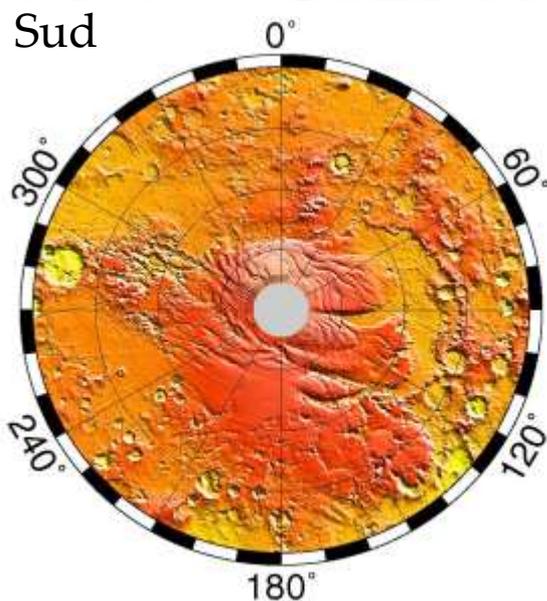
Mars a aujourd'hui perdu la presque totalité de son activité géologique interne, et seuls des événements mineurs surviennent encore épisodiquement à sa surface.



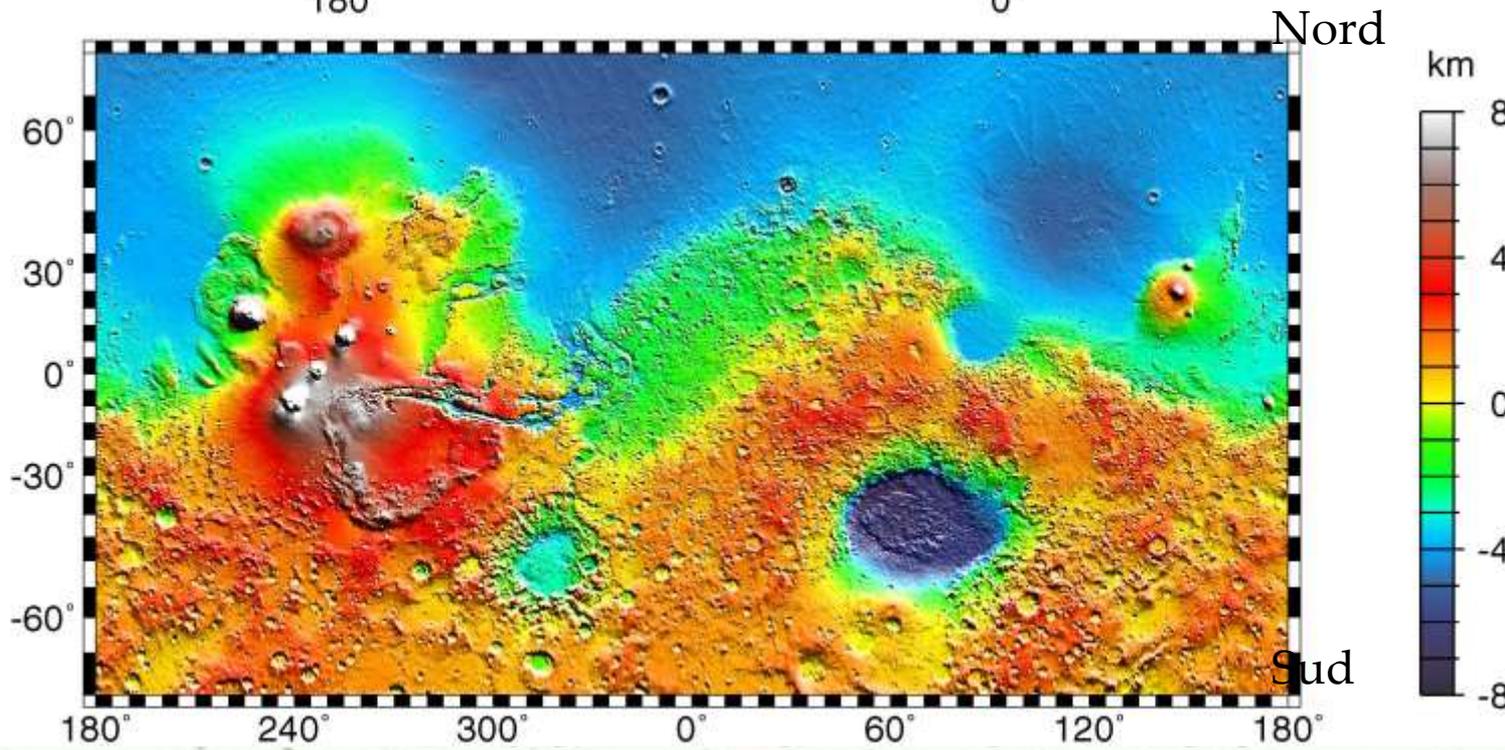
Traits notables de la géographie de Mars

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.

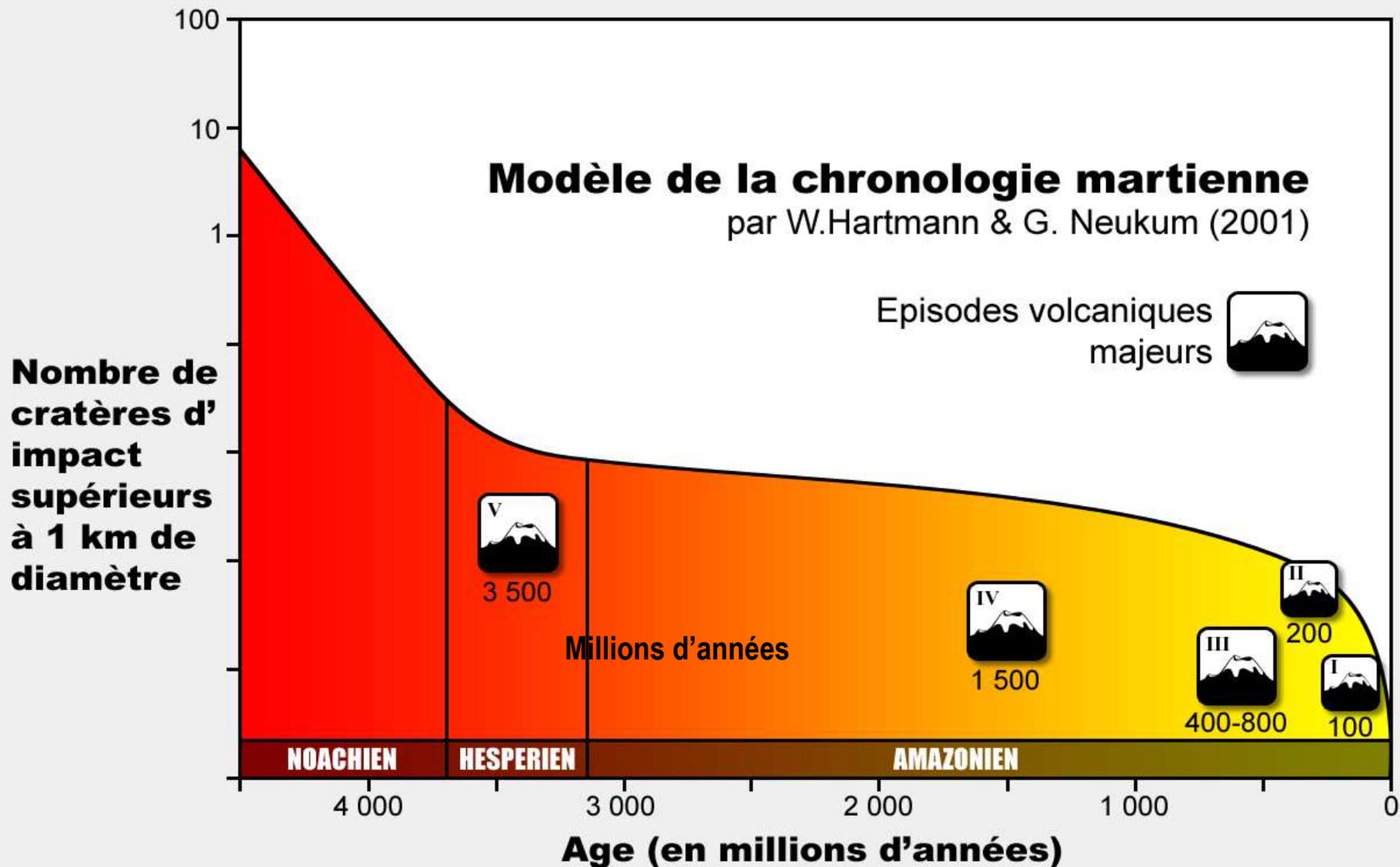
2) les cinq montagnes les plus hautes du Système Solaire sont 5 volcans martiens dont 4 se trouvent sur le renflement de Tharsis et le cinquième dans la seconde région volcanique de Mars.



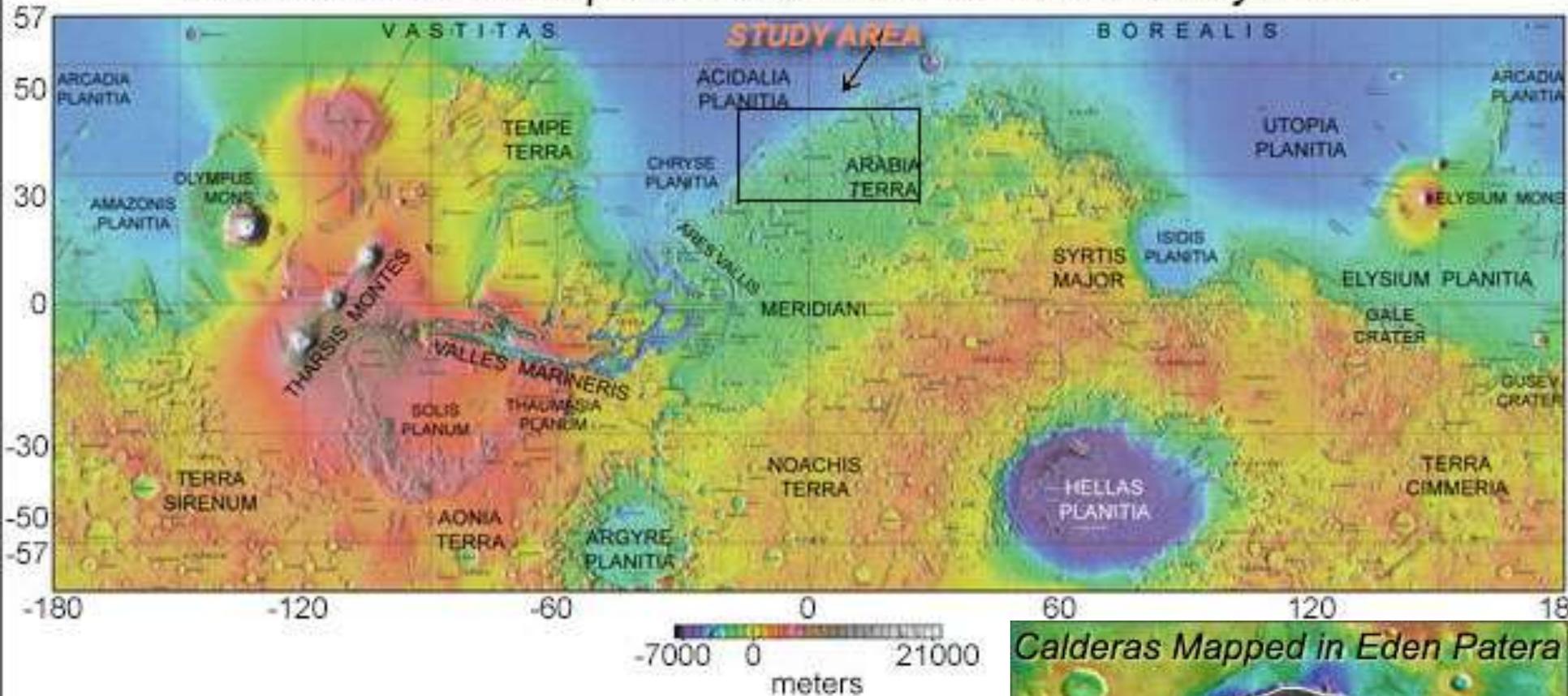
Carte topographique de Mars faite à partir des mesures du Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) de Mars Global Surveyor.



Le volcanisme

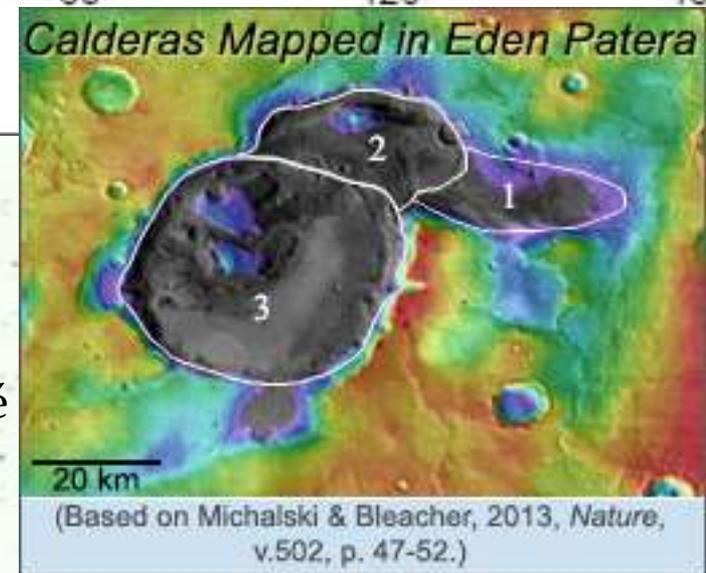


MOLA Elevation Map of Mars with Arabia Terra Study Area

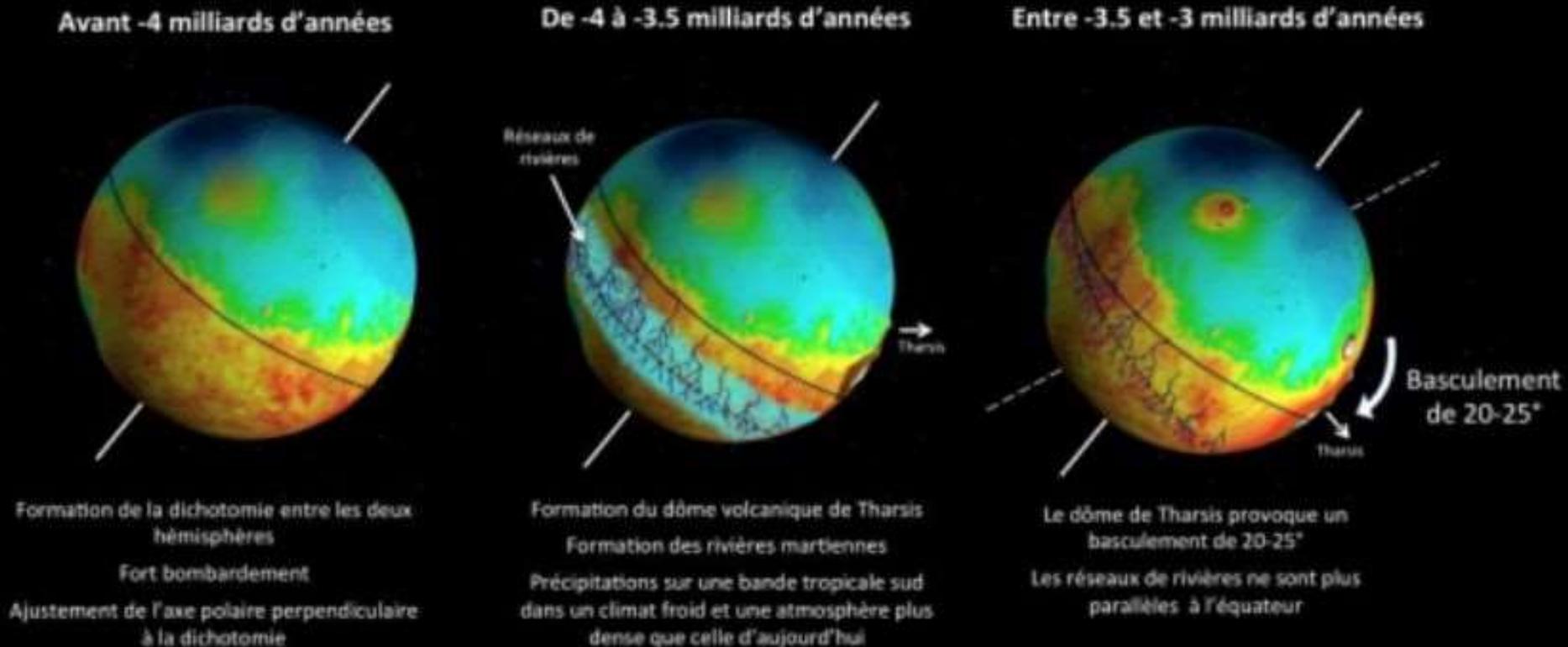


En 2013, des chercheurs ont mis en évidence les stigmates de ce qui pourrait être un supervolcan martien.

Jamais encore un tel monstre magmatique, capable de bouleverser le climat d'une planète, n'avait été identifié sur la planète rouge. Mais l'étude reste spéculative...

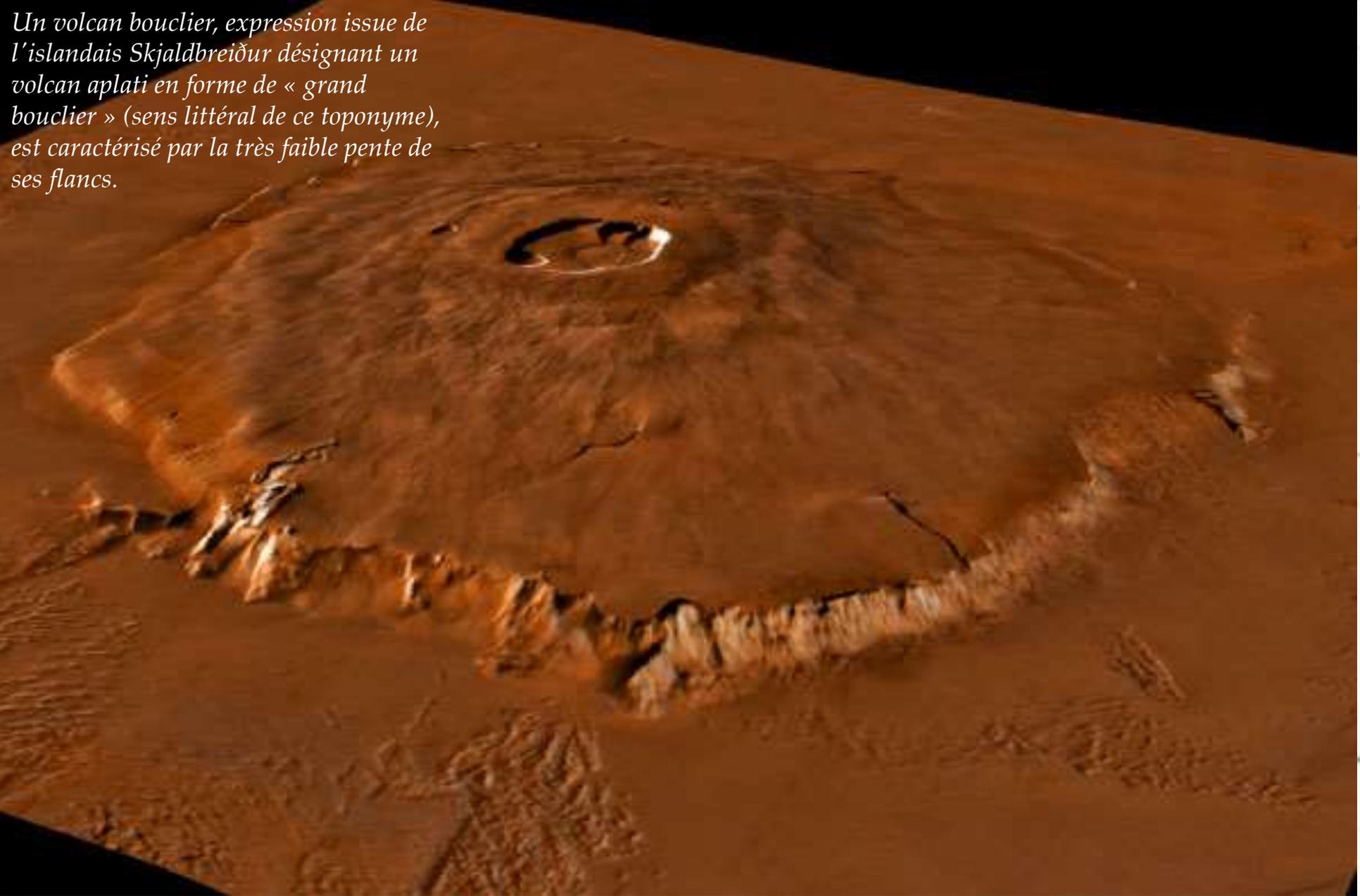


Il semble que lorsqu'elle était encore jeune, avant d'être balafmée et toute rouge, Mars avait un visage différent. Il y a 3,5 milliards d'années s'est produit un étonnant basculement de la lithosphère, vraisemblablement dû à l'apparition d'un système volcanique géant, le dôme de Tharsis. Comme si la coquille d'un œuf pivotait sans que le jaune ne bouge.

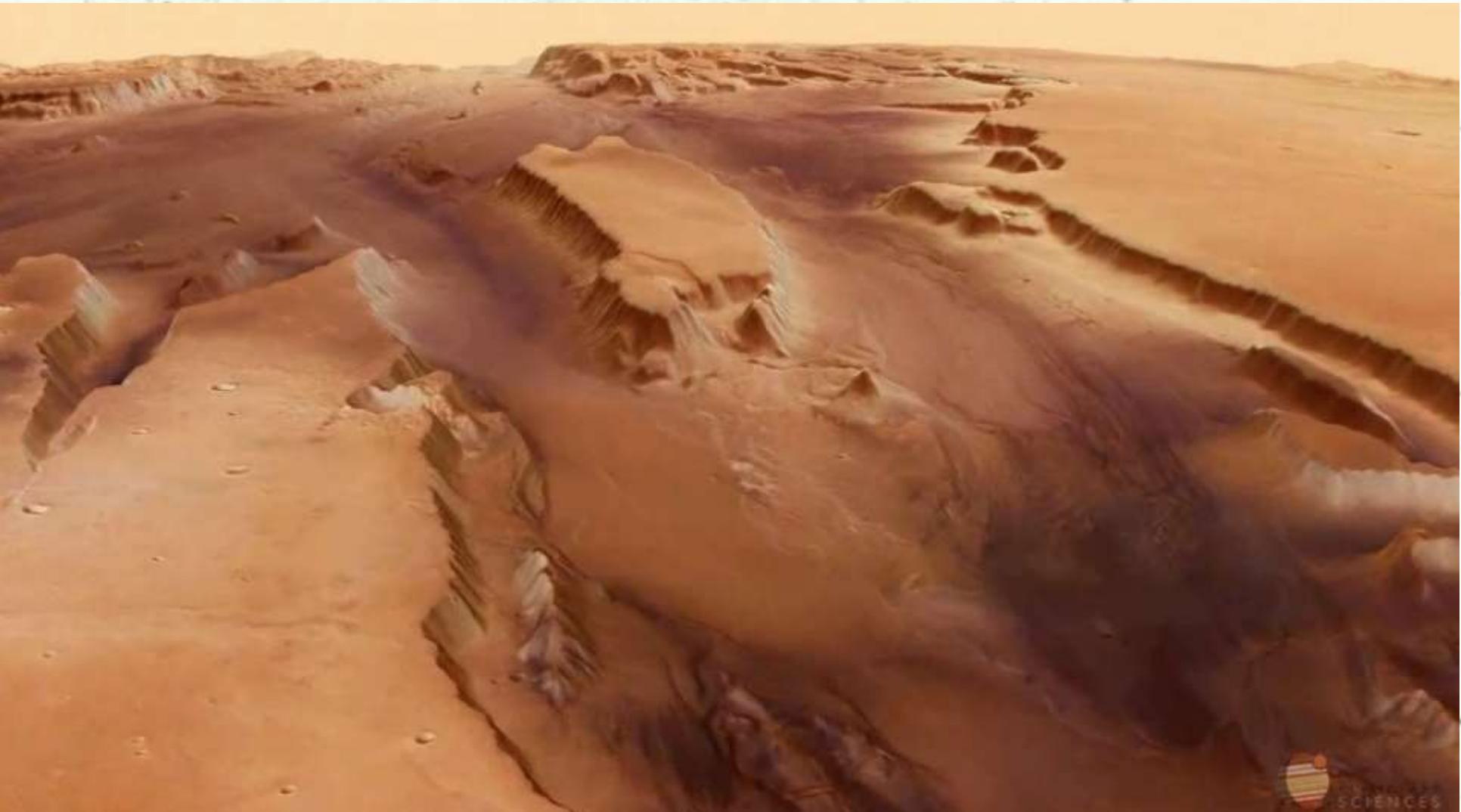


Durant des centaines de millions d'années, l'activité volcanique a ainsi formé un plateau qui aujourd'hui mesure quelque 5.000 km de diamètre pour 12 km d'épaisseur. Sa masse est estimée à un milliard de milliards de tonnes, soit l'équivalent d'un soixante-dixième de la Lune

Un volcan bouclier, expression issue de l'islandais Skjaldbreiður désignant un volcan aplati en forme de « grand bouclier » (sens littéral de ce toponyme), est caractérisé par la très faible pente de ses flancs.



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



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 CO_2 (95,32 %), d'azote N_2 (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

Une équipe de chercheurs qui a examiné trois échantillons de roches et de poussières prélevés par Curiosity a révélé la découverte d'azote. C'était la première fois que cet élément indispensable à la vie était mis en évidence sur Mars. Les chercheurs attribuent sa présence à des phénomènes énergétiques comme la foudre ou l'impact de météorites.

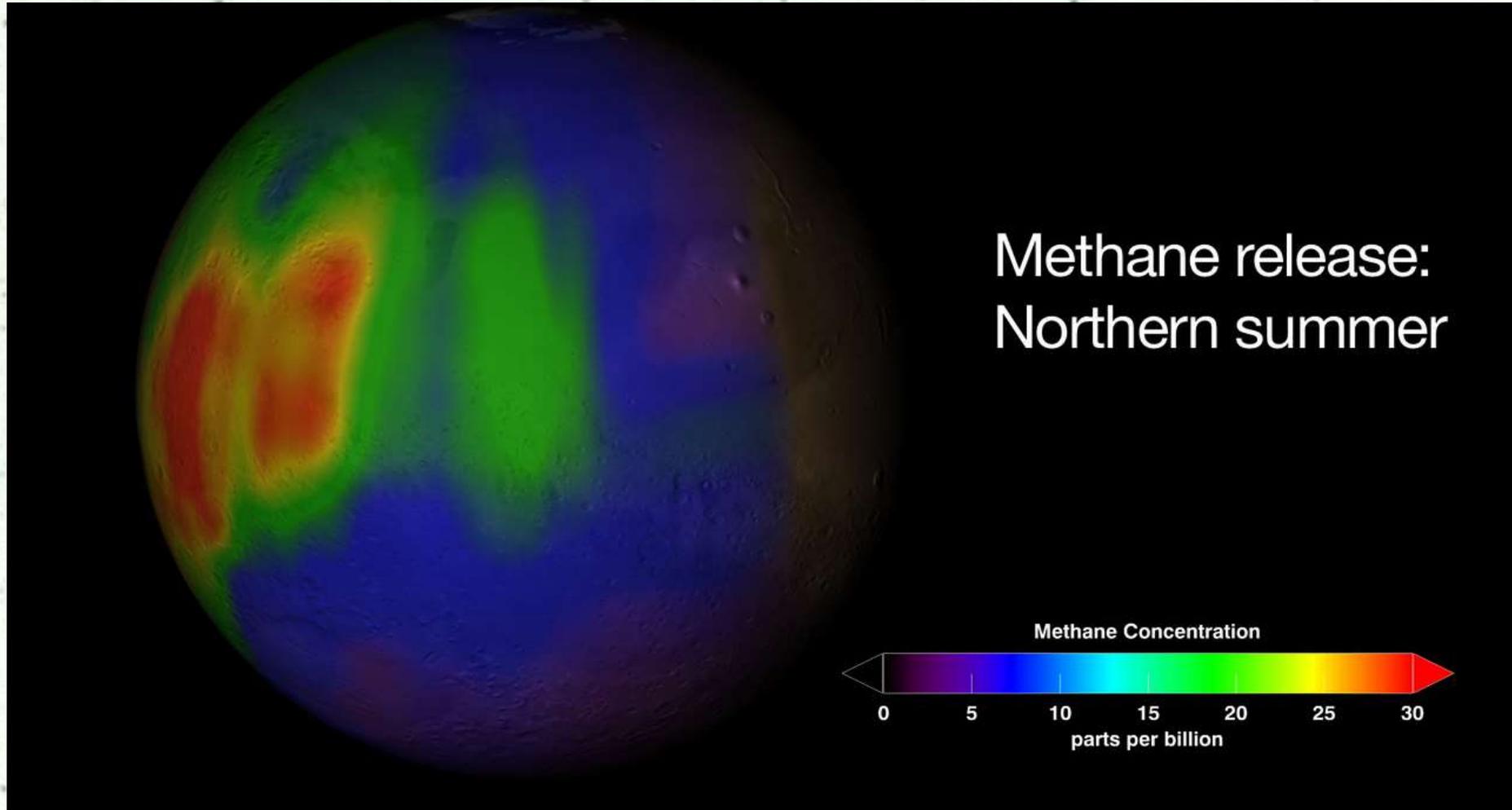


Curiosity explores veins at Garden City outcrop

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 CH_4 se concentreraient notamment en trois zones particulières de la région de Syrtis Major Planum. Le méthane est instable dans l'atmosphère martienne, il a une durée de vie de quelques centaines de jours (on pensait 300 ans).





Il y a une atmosphère donc du vent



Il peut même y avoir de grandes tempêtes comme en 2001.
Cette année-là il y avait opposition et tous les astronomes se préparaient à faire de belles photos...

Mars • Global Dust Storm



June 26, 2001

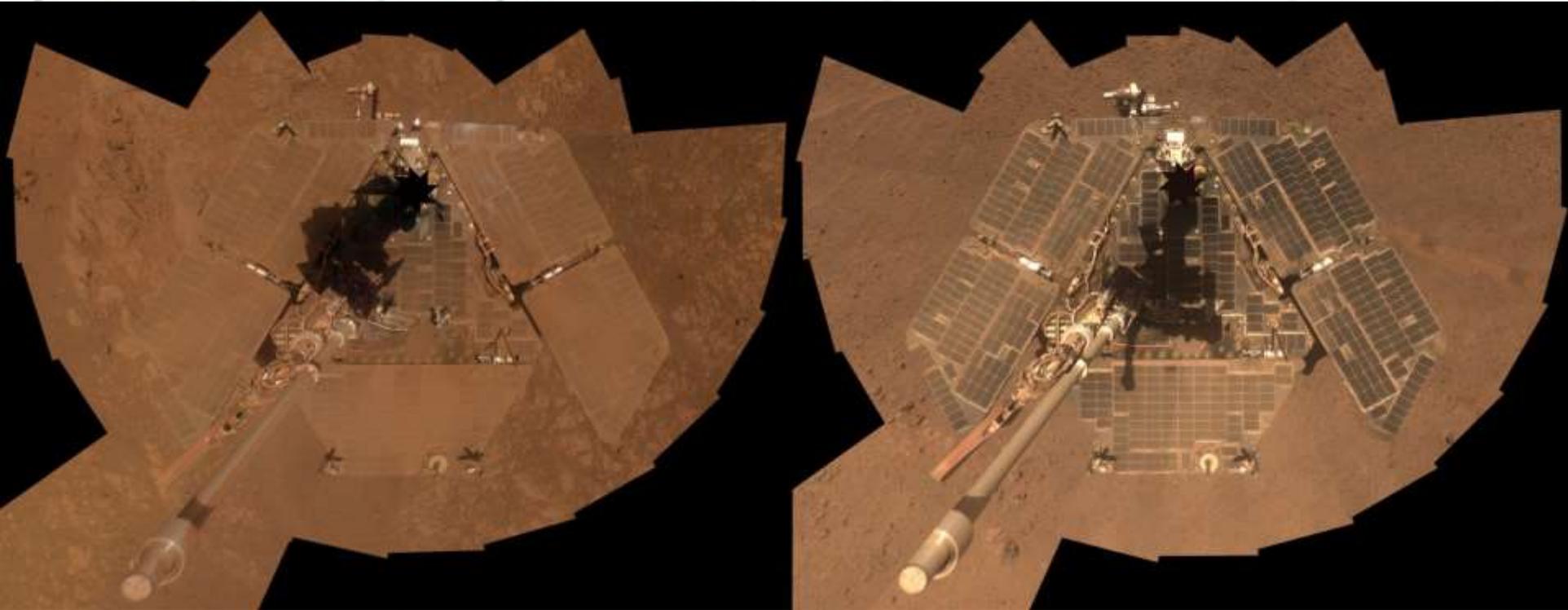


September 4, 2001

Hubble Space Telescope • WFPC2

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

Voici un des bienfaits du vent sur Mars. Opportunity est toujours en activité, ce qui est très surprenant pour une machine qui avait été conçue à l'origine pour fonctionner pendant 90 jours martiens. Aujourd'hui, il en est à un peu plus de 5 000 journées sur la Planète rouge ! Et cela sans doute grâce aux vents qui nettoient périodiquement ses panneaux solaires... ainsi qu'à la bonne qualité de son matériel et de son itinéraire.

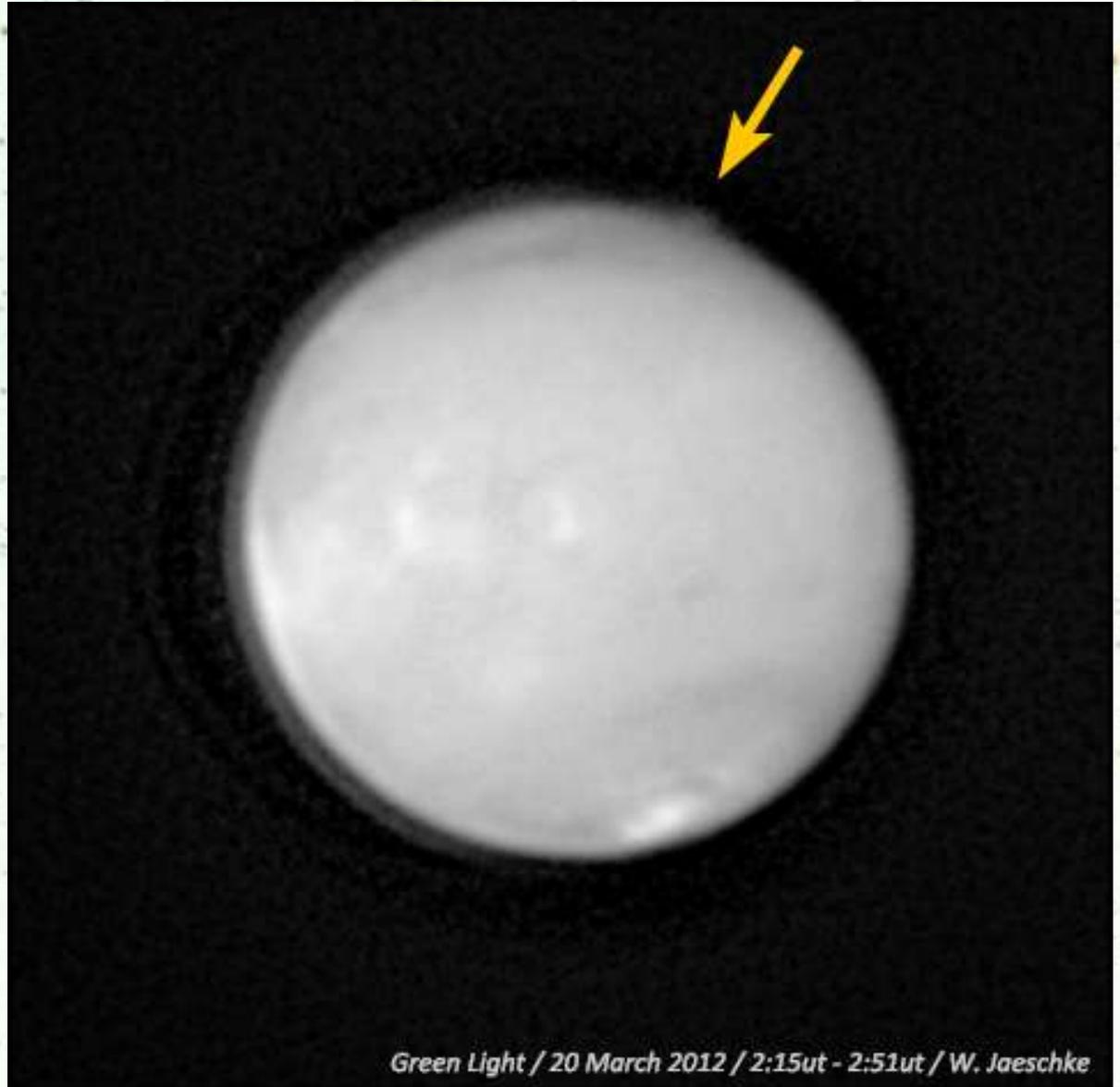


Acquises à trois mois d'intervalle (début janvier à gauche et fin mars à droite), ces deux autoportraits du rover Opportunity de la Nasa montrent l'effet du vent sur ses panneaux solaires. En janvier, ceux-ci étaient complètement recouverts d'une fine couche de poussière, alors que cette dernière avait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

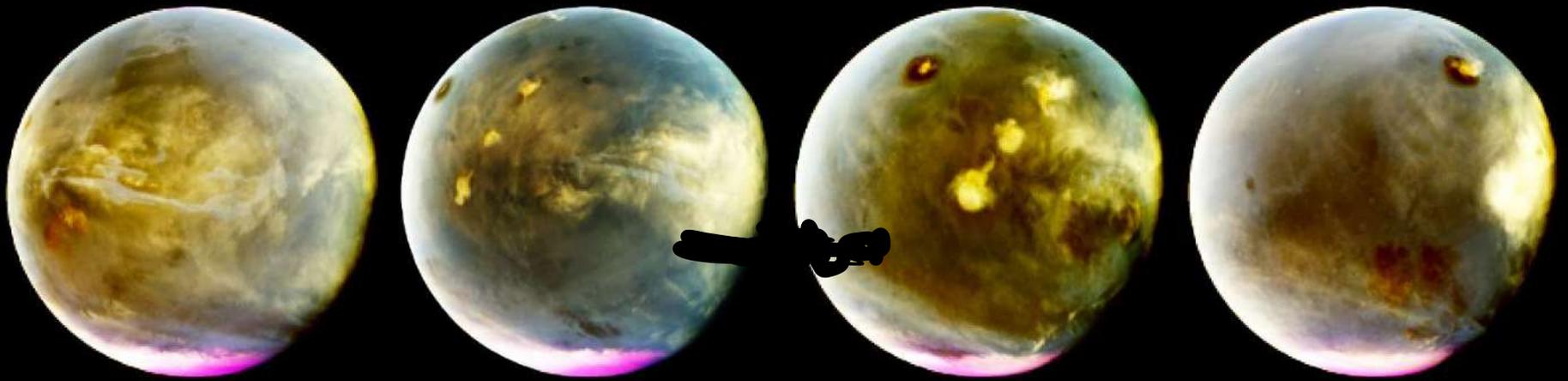
On a aussi trouvé de mystérieux nuages géants

L'histoire débute en mars 2012. Au cours de ce mois, plusieurs astronomes amateurs détectent un mystérieux panache nuageux flottant au-dessus de la surface de Mars.

Ce qui est le plus étonnant c'est qu'ils vont jusqu'à 200, voire 250 km d'altitude, pour une atmosphère de 100 km environ. De plus il s'agit d'un phénomène récurrent, on a retrouvé des archives où c'était déjà visible en 1997.



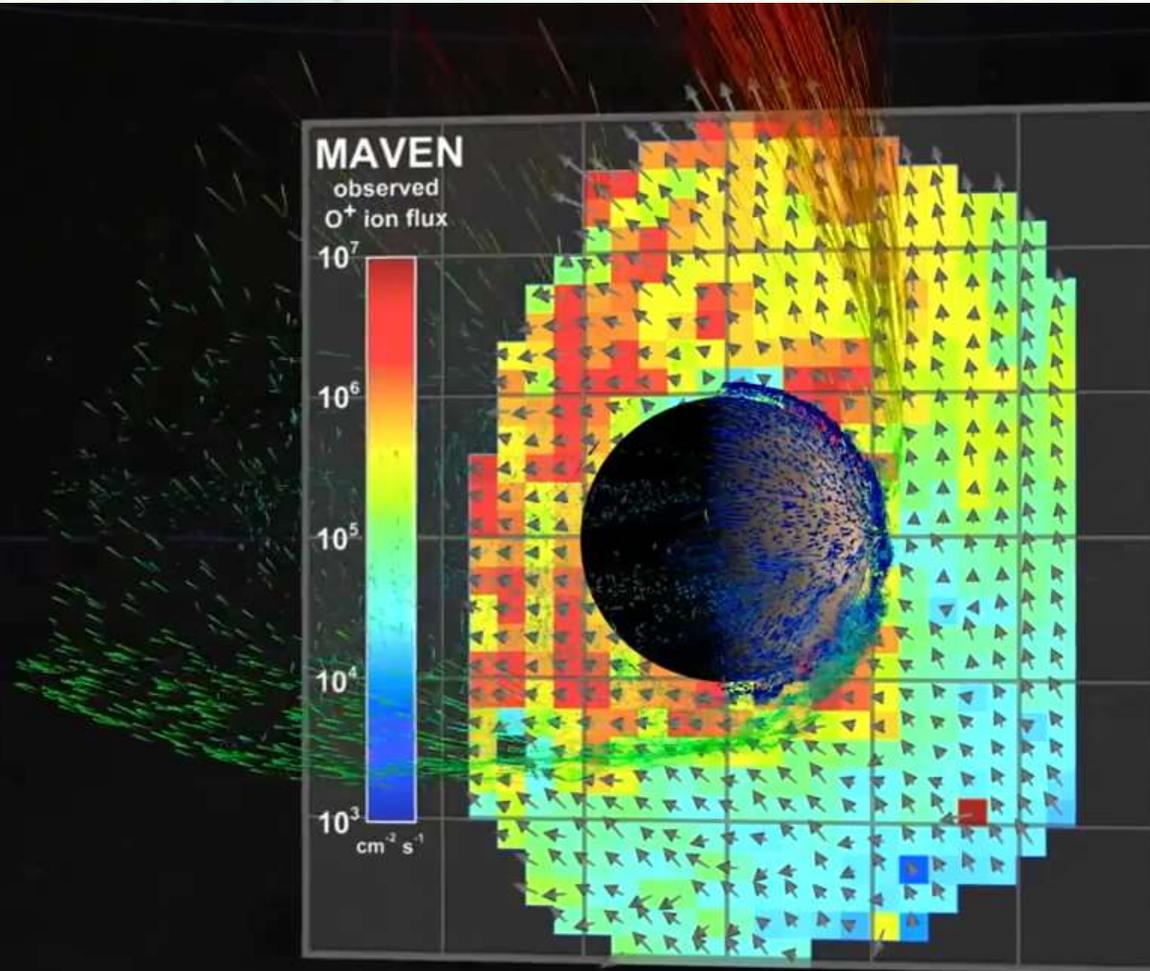
Autre découverte récente, la sonde Maven et ses photos en ultraviolet, ont permis de voir nettement les nuages de vapeur d'eau qui se développent l'après-midi au-dessus du mont Olympe et des trois monts Tharsis, à l'image des nuages terrestres qui se forment la journée au-dessus de certains reliefs. Cela permet aux chercheurs de voir à quel point ils se forment vite.



Photos prises les 9 et 10 juillet 2016

Maven l'a prouvé : c'est le vent solaire qui use l'atmosphère de Mars

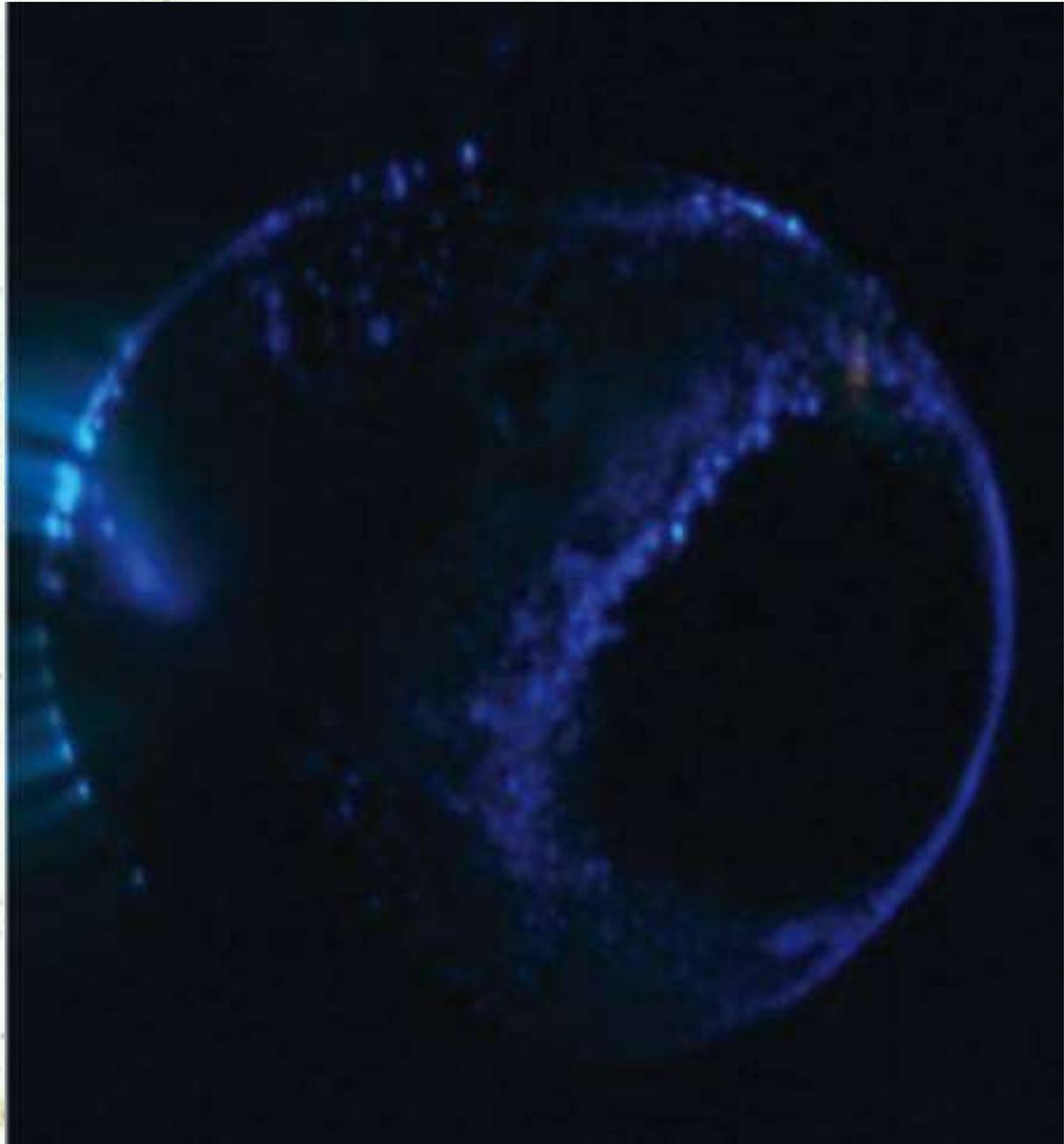
Les nouvelles données ne font plus aucun doute, c'est vraiment le vent solaire (et le manque de magnétisme) qui explique le manque d'air sur Mars



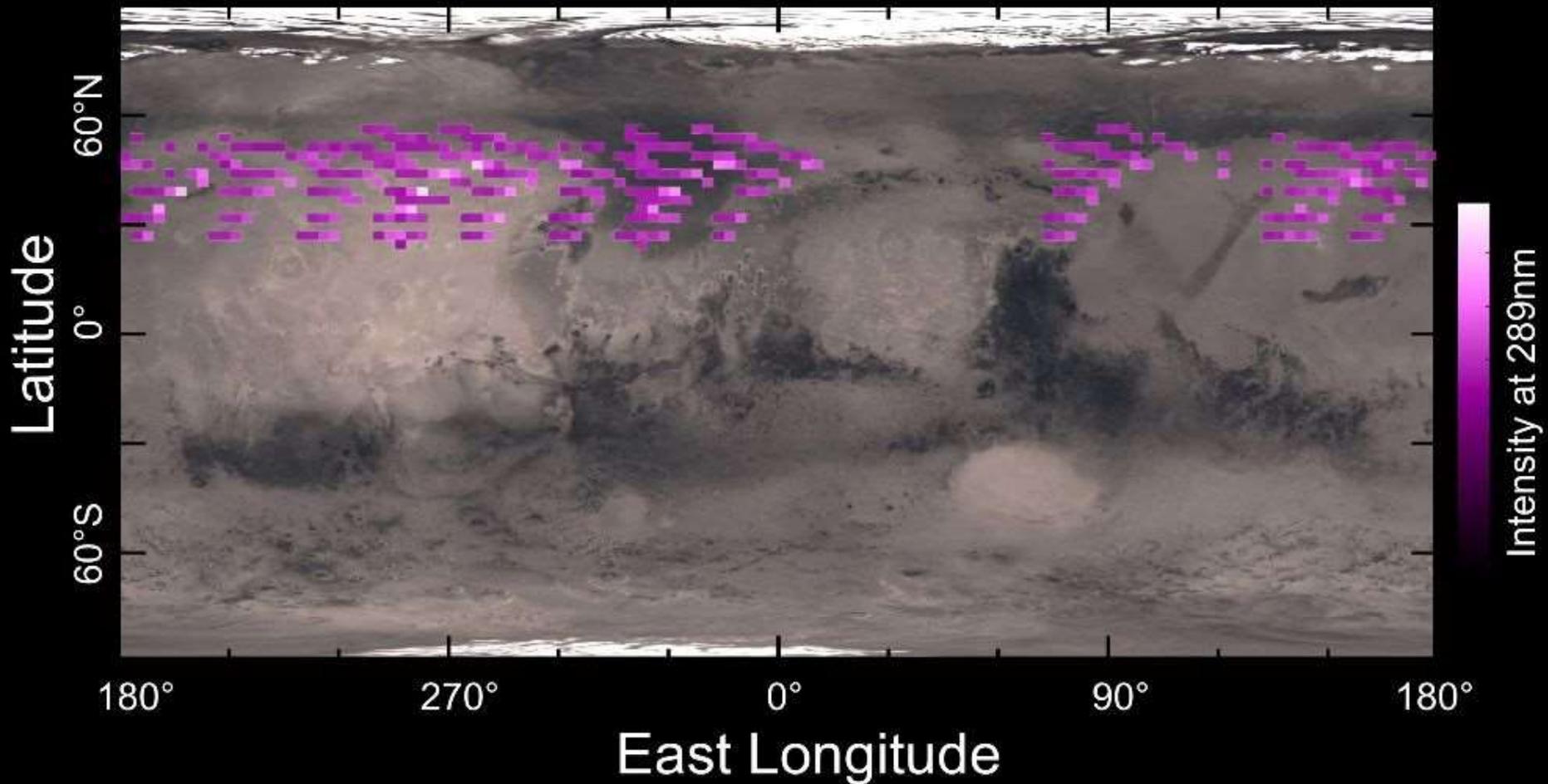
Sur Mars, il y a aussi des aurores mais elles seraient bleues

Si un jour de futurs colons martiens mettent le pied sur Mars, ils devraient pouvoir observer à la surface de la Planète rouge des aurores polaires de couleur bleue, en particulier dans l'hémisphère sud.

En effet, les particules chargées du vent solaire entrent en collision dans l'atmosphère de Mars avec son composant principal, le gaz carbonique, ce qui donne la couleur bleue.



Ultraviolet Aurora on Mars

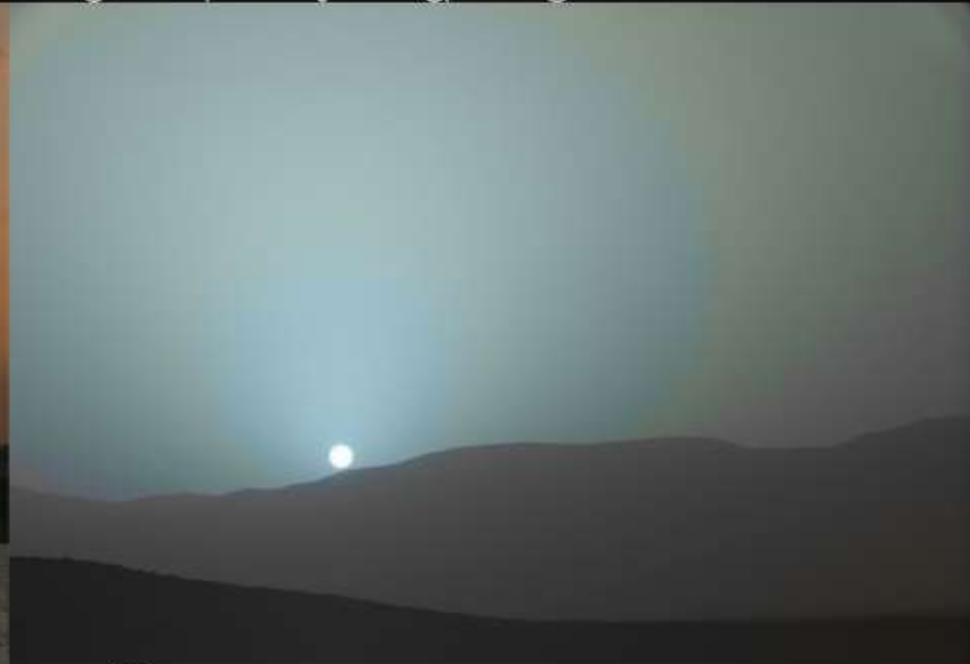


Une carte dressée grâce à l'instrument *Ultraviolet Imaging Spectrograph* (IUVS) de la sonde *Maven* de la *Nasa*. Elle montre qu'en décembre 2014, des aurores visibles dans l'ultraviolet étaient très répandues dans l'hémisphère nord de Mars, sans être particulièrement liées à un emplacement géographique. © université du Colorado

« Les couleurs, nous explique Mark Lemmon (Texas A&M University) qui planifie les observations de MSL, viennent du fait que la poussière très fine est de la bonne taille pour que la lumière pénètre l'atmosphère plus efficacement. Quand la lumière bleue se disperse dans la poussière, elle reste plus proche de la direction du Soleil que la lumière d'autres couleurs. Le reste du ciel va du jaune à l'orange, le jaune et le rouge se dispersent partout au lieu d'être absorbés ou de rester près du Soleil ».

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

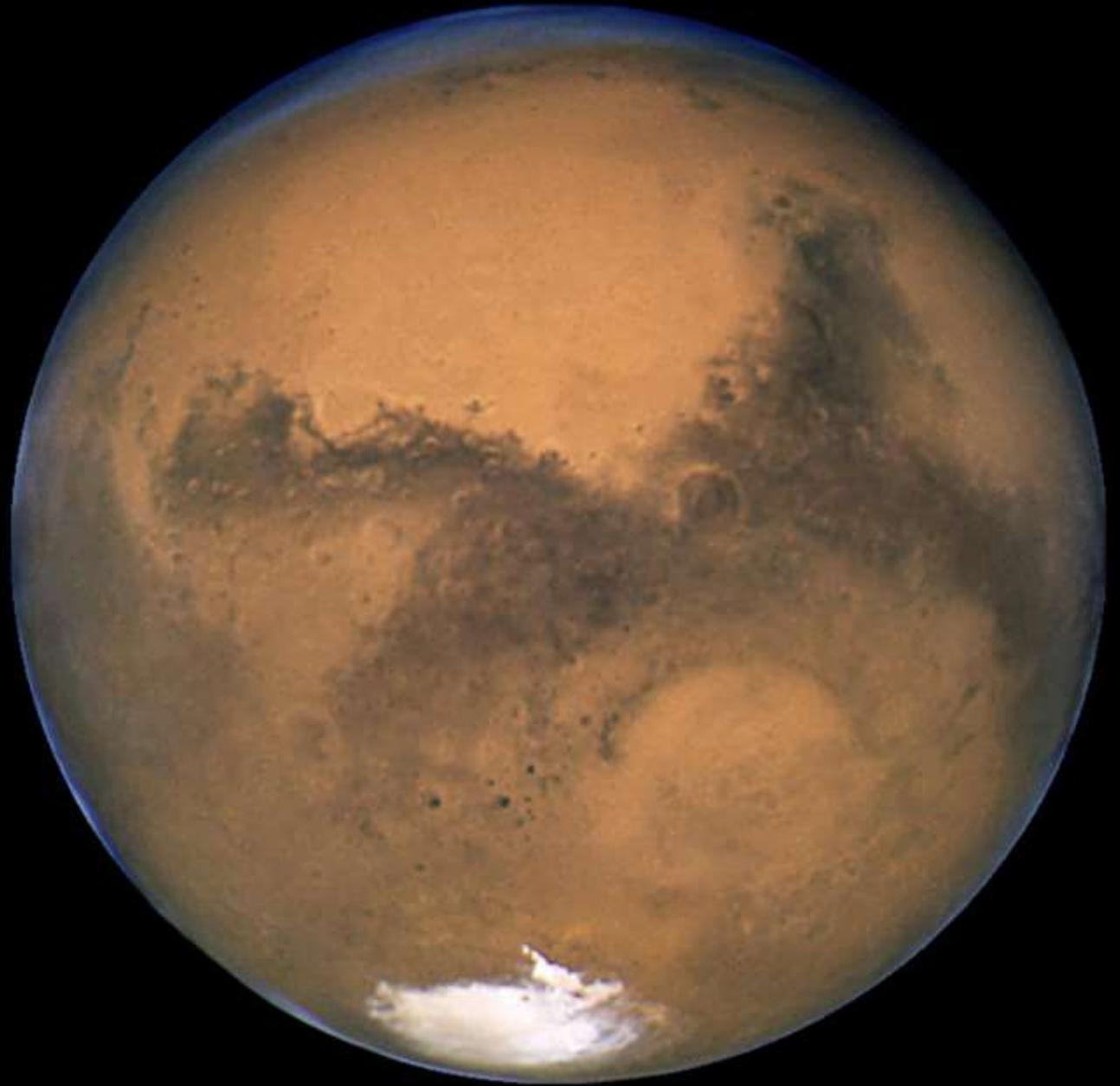
Un Soleil

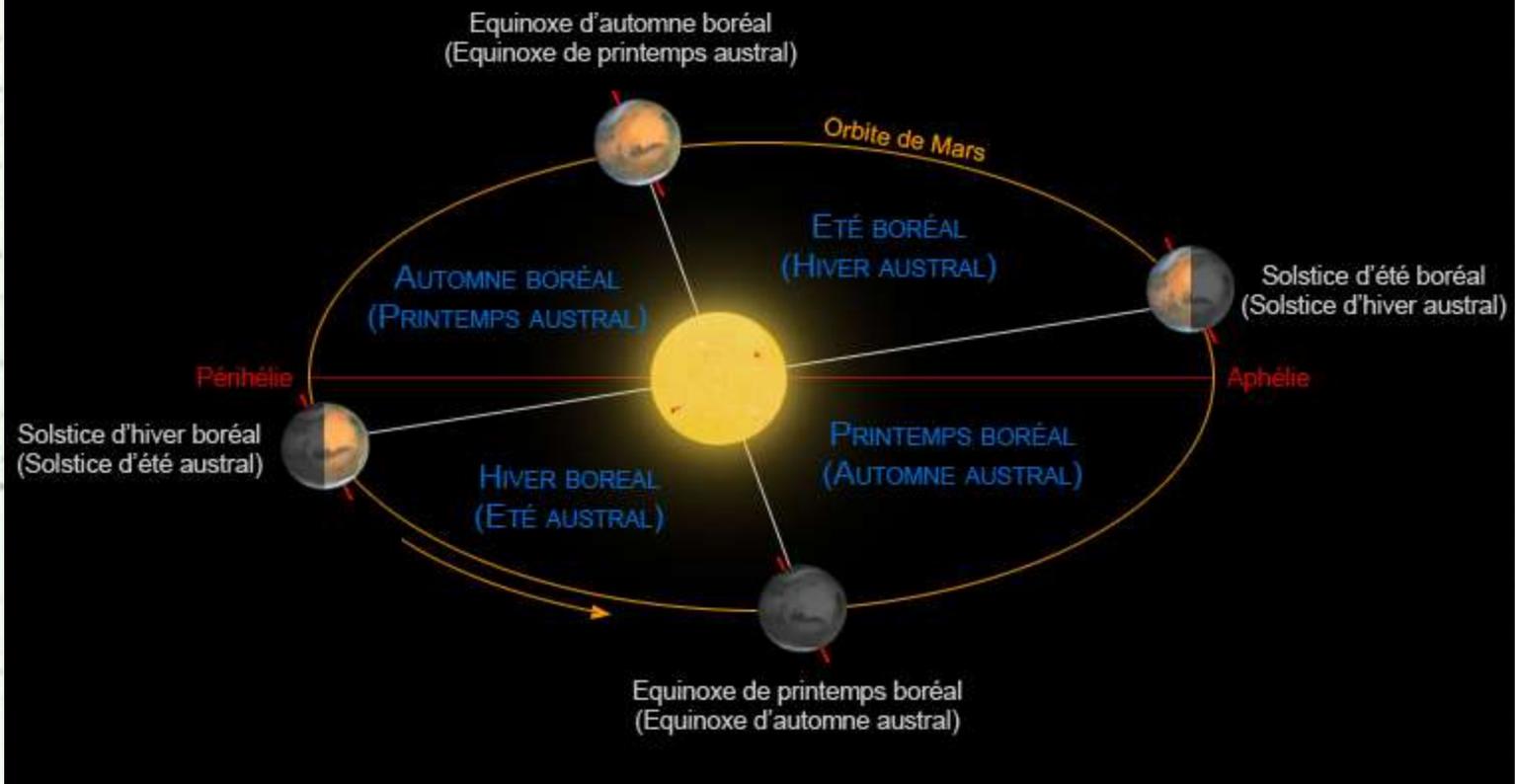
Place : Mars > Elysium Planitia > Gale Crater
Date : 15th April, 2015
Camera : Mastcam 34
NASA/JPL-Caltech/MSSS/Damia Bouic

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.

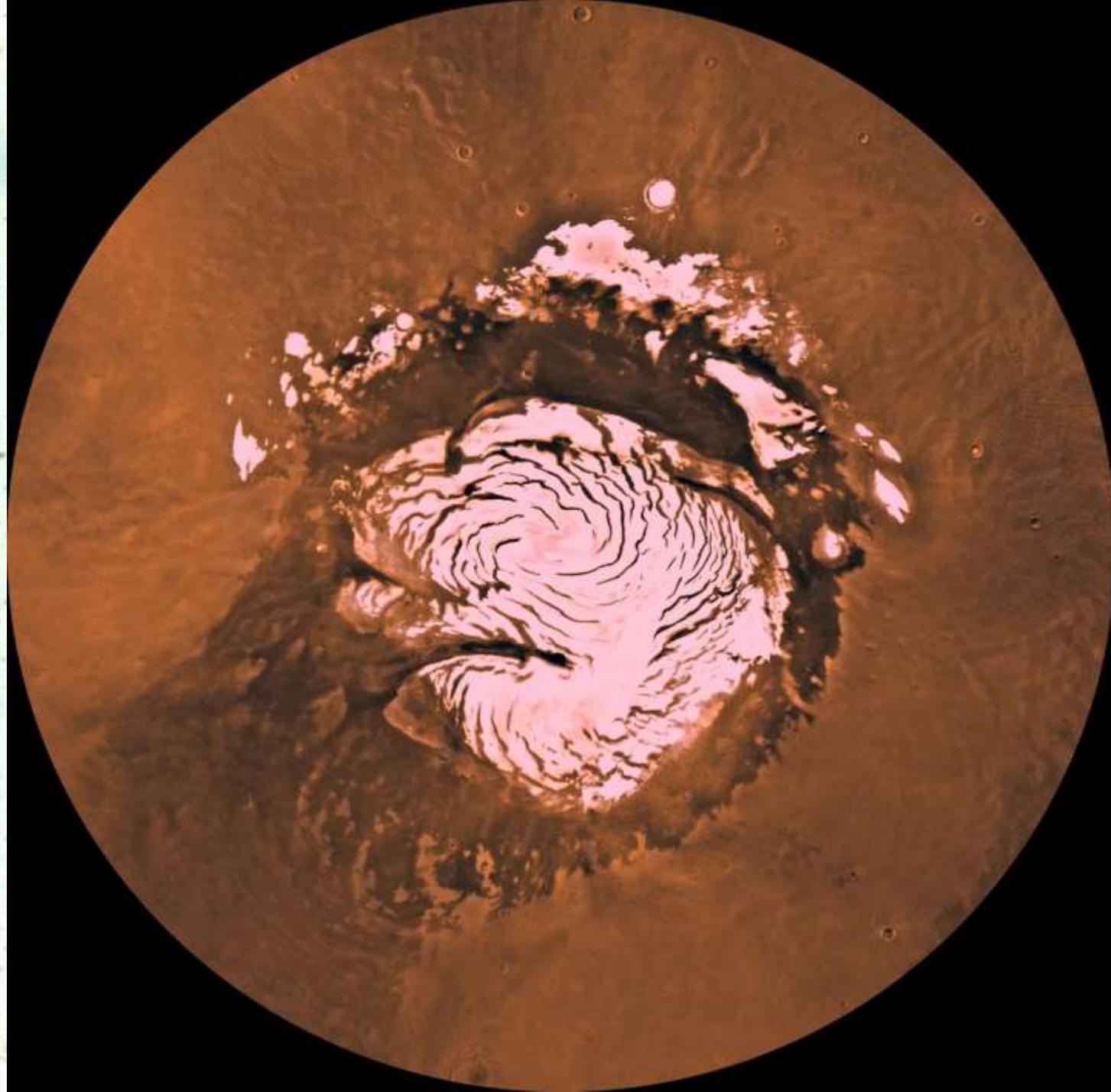




L'axe de Mars étant incliné de $25,19^\circ$, il existe des saisons sur Mars comme il en existe sur Terre. Mais l'excentricité de l'orbite martienne est sensiblement plus élevée de sorte que ces saisons sont d'intensité et de durée très inégales au cours de l'année martienne (voir tableau ci-dessous).

| 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



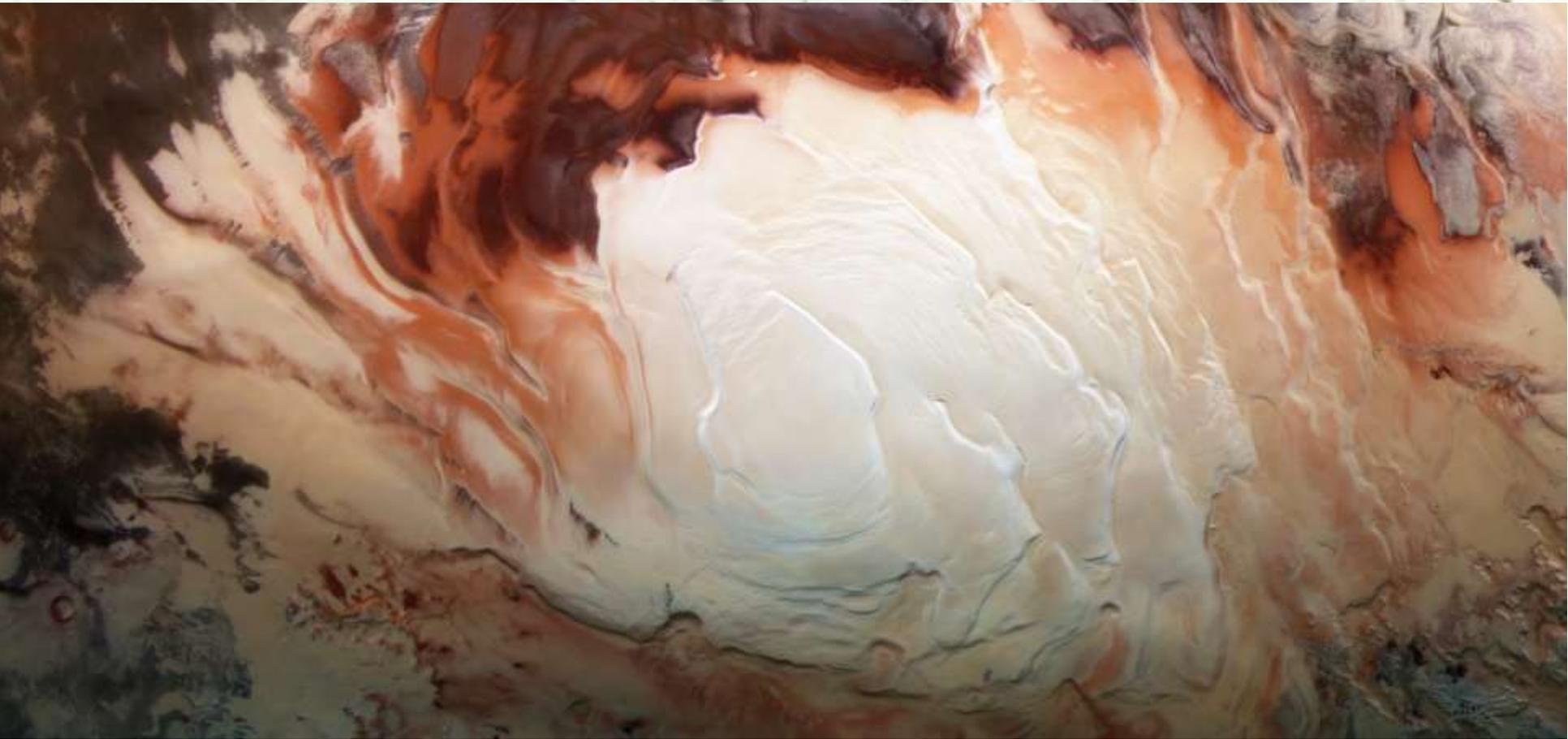


Photo prise le 17 décembre 2012 par Mars Express : Vue du pôle sud de Mars, en vrai couleurs.

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

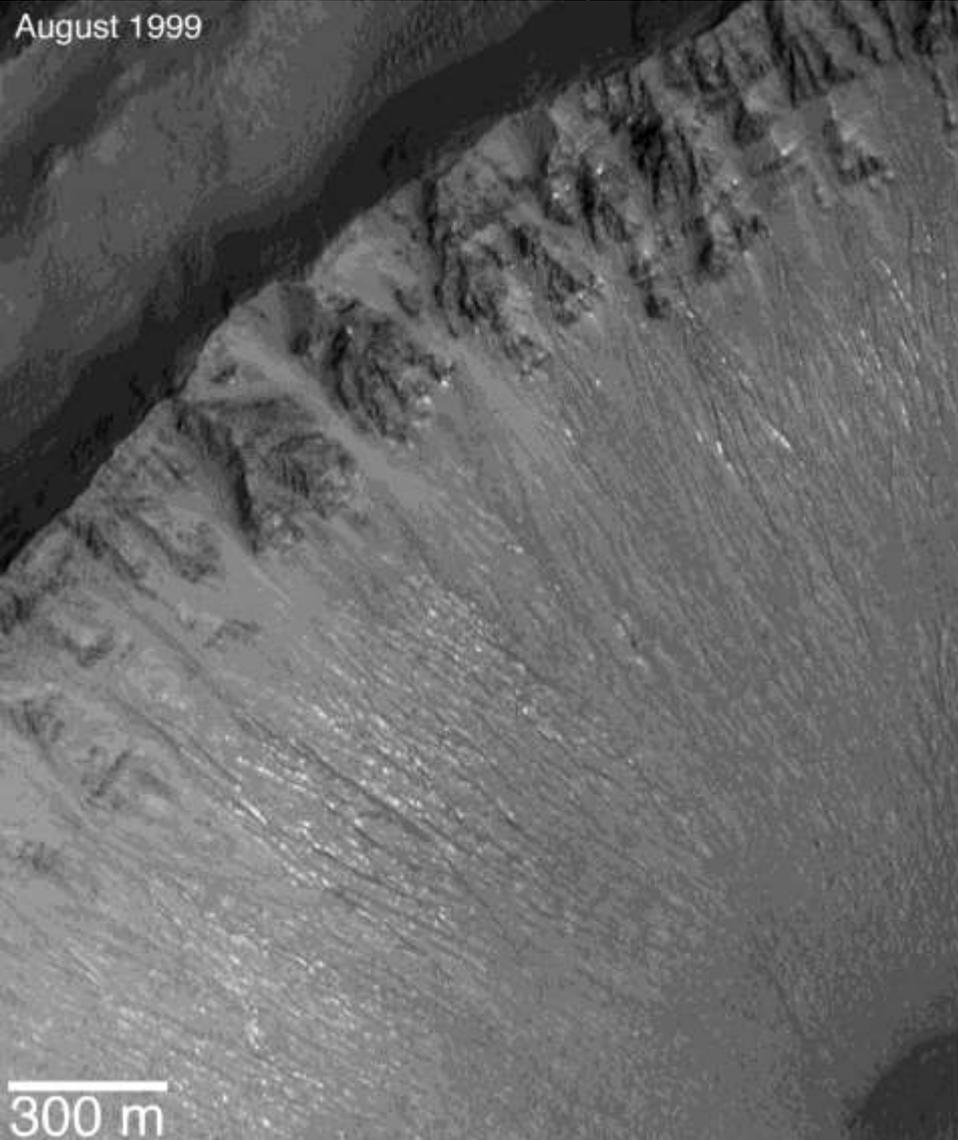
Diamètre d'environ 350 km pour une hauteur qui peut atteindre 3 km

C'est à environ 150 km du pôle sud géographique. Le fait que la calotte ne soit pas au Pôle Sud vient peut-être d'impacts qui ont occasionné de violents vents froids.

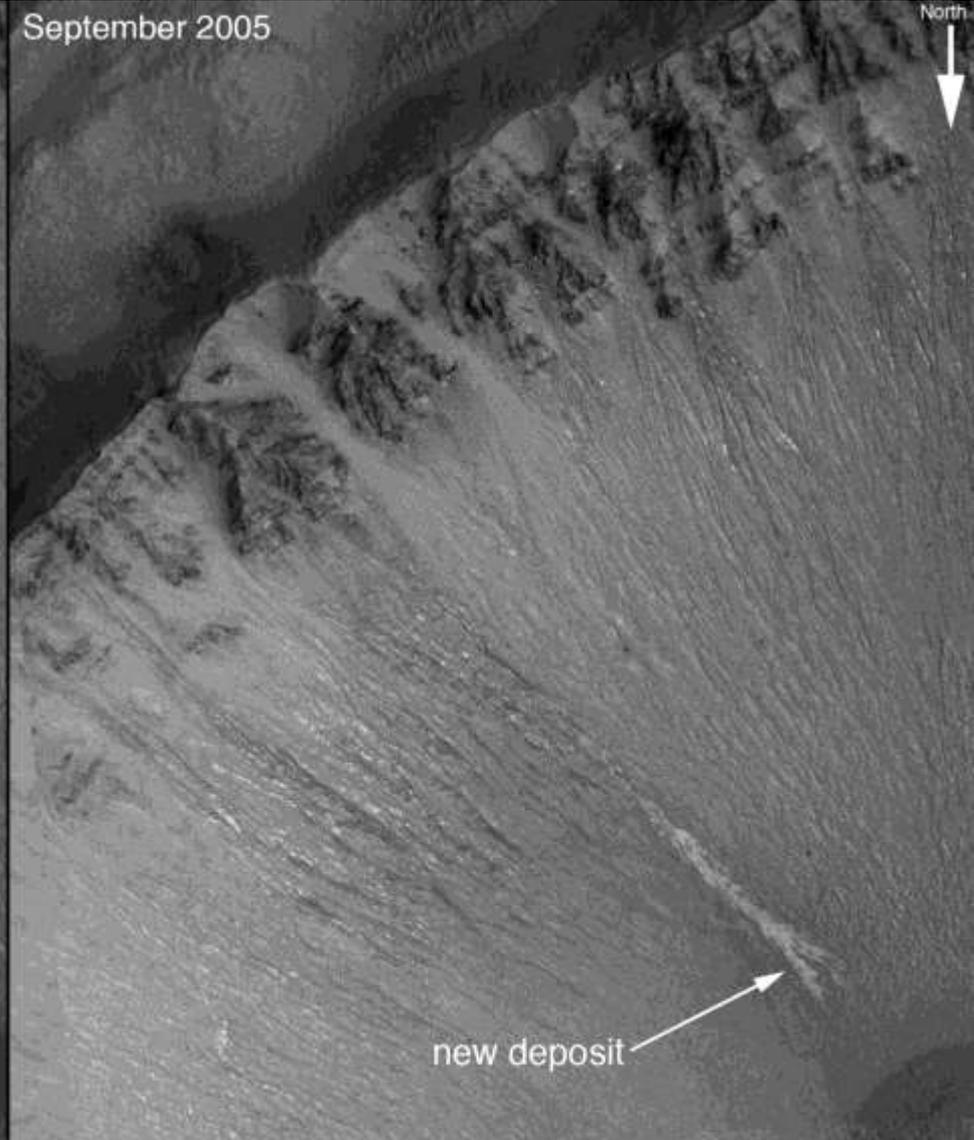
L'eau sur Mars

Les premières images de Mars montraient des « canaux ». Depuis on se demande si Mars ne contiendrait pas d'eau sous forme de glace bien sûr étant donné son éloignement. Depuis que des missions sont envoyées vers Mars, on s'aperçoit de plus en plus que Mars a contenu de l'eau liquide à une période.

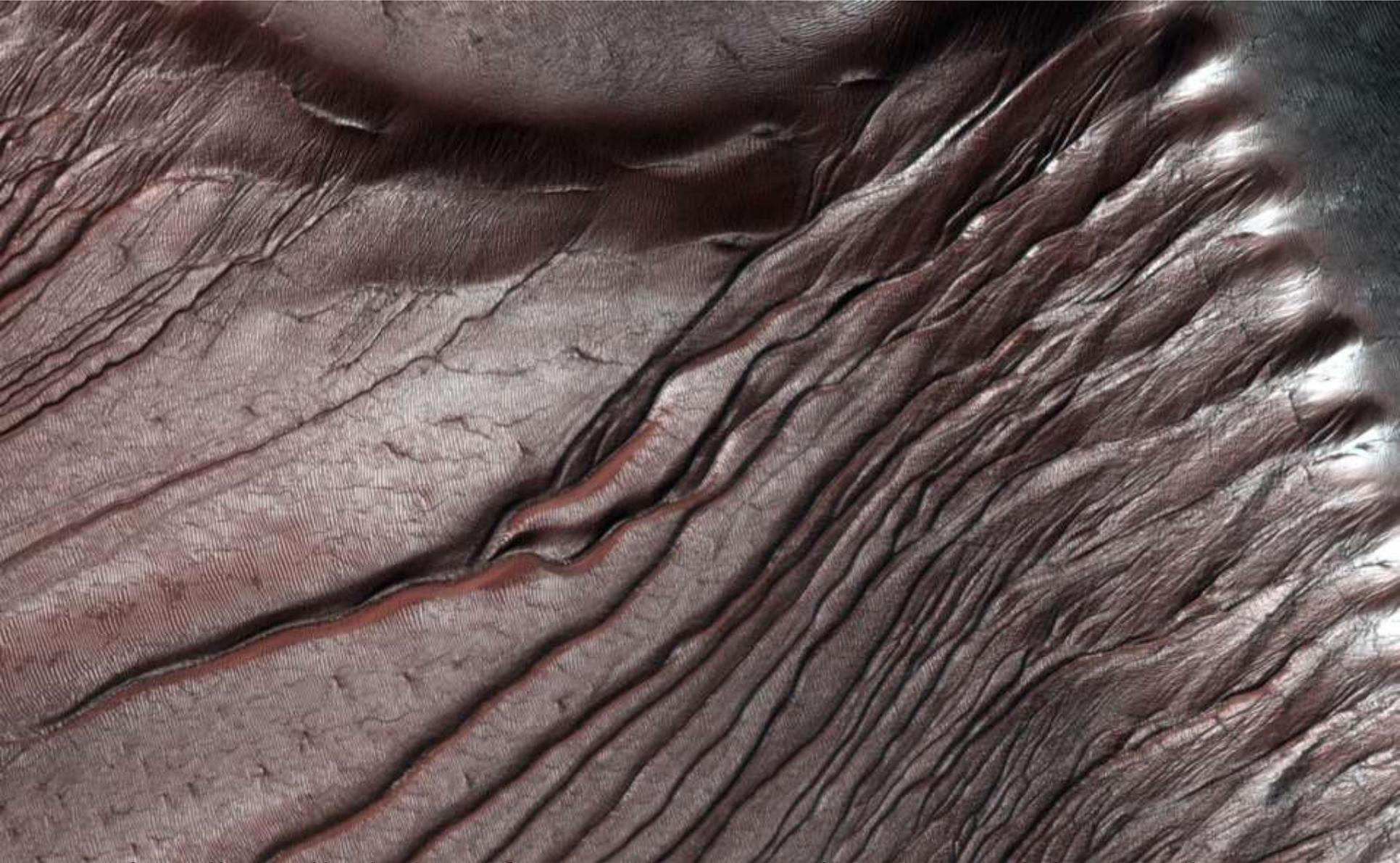
August 1999



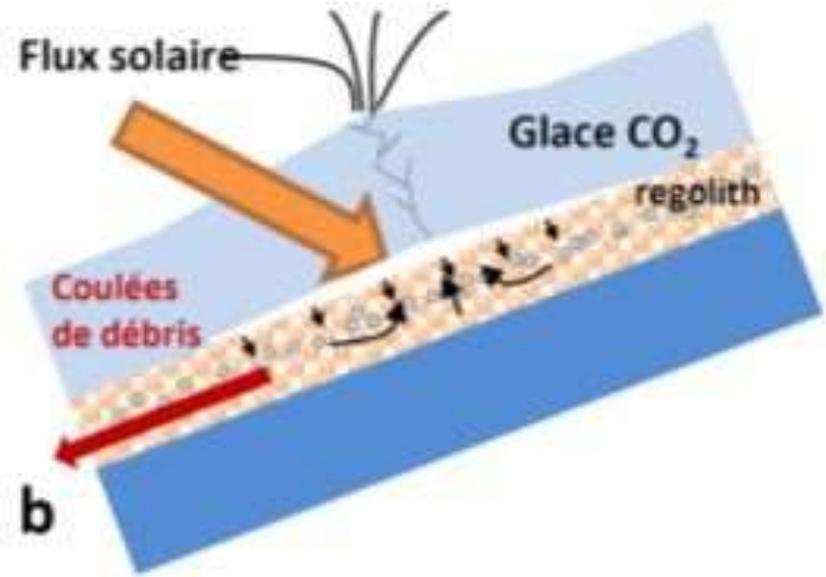
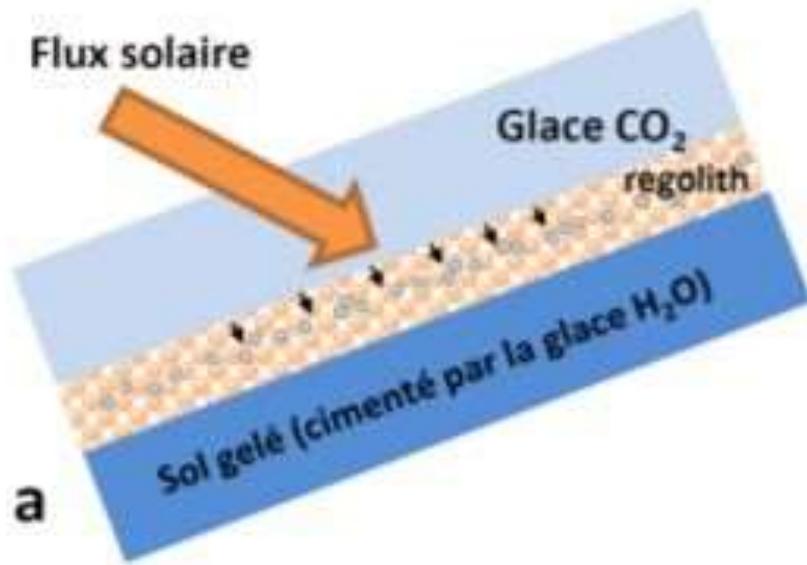
September 2005



Mais finalement, les ravines n'auraient pas été creusées par l'eau



Les ravines (les *gullies*) observées sur Mars ne seraient pas produites par des écoulements d'eau, comme on l'a supposé, ni même par un liquide, mais par l'action de la glace de CO₂ en hiver ou au printemps.



Les effets de la glace de gaz carbonique à la fin de l'hiver ou au printemps. Les rayons solaires traversent la couche translucide de glace (de CO_2) qui recouvre la surface et réchauffent le sable qui se trouve dessous. Là se trouve piégé de l'air entre cette couche de glace et le pergélisol (sol gelé). Parfois, cet échauffement provoque sa sublimation à l'intérieur même du sol. Ce gaz peut déstabiliser la couche de sable, qui glisse vers le bas si la pente est suffisante, mimant l'écoulement d'un liquide. © CNRS

Mars : scénario sur la disparition de ses océans



Grâce aux observations on a même pu déduire que Mars a connu de très gros tsunamis

Évolution proposée de l'hydrosphère martienne.

HISTORY OF WATER ON MARS b.y.a.



4.0



3.8



3.5



2.0



1.0



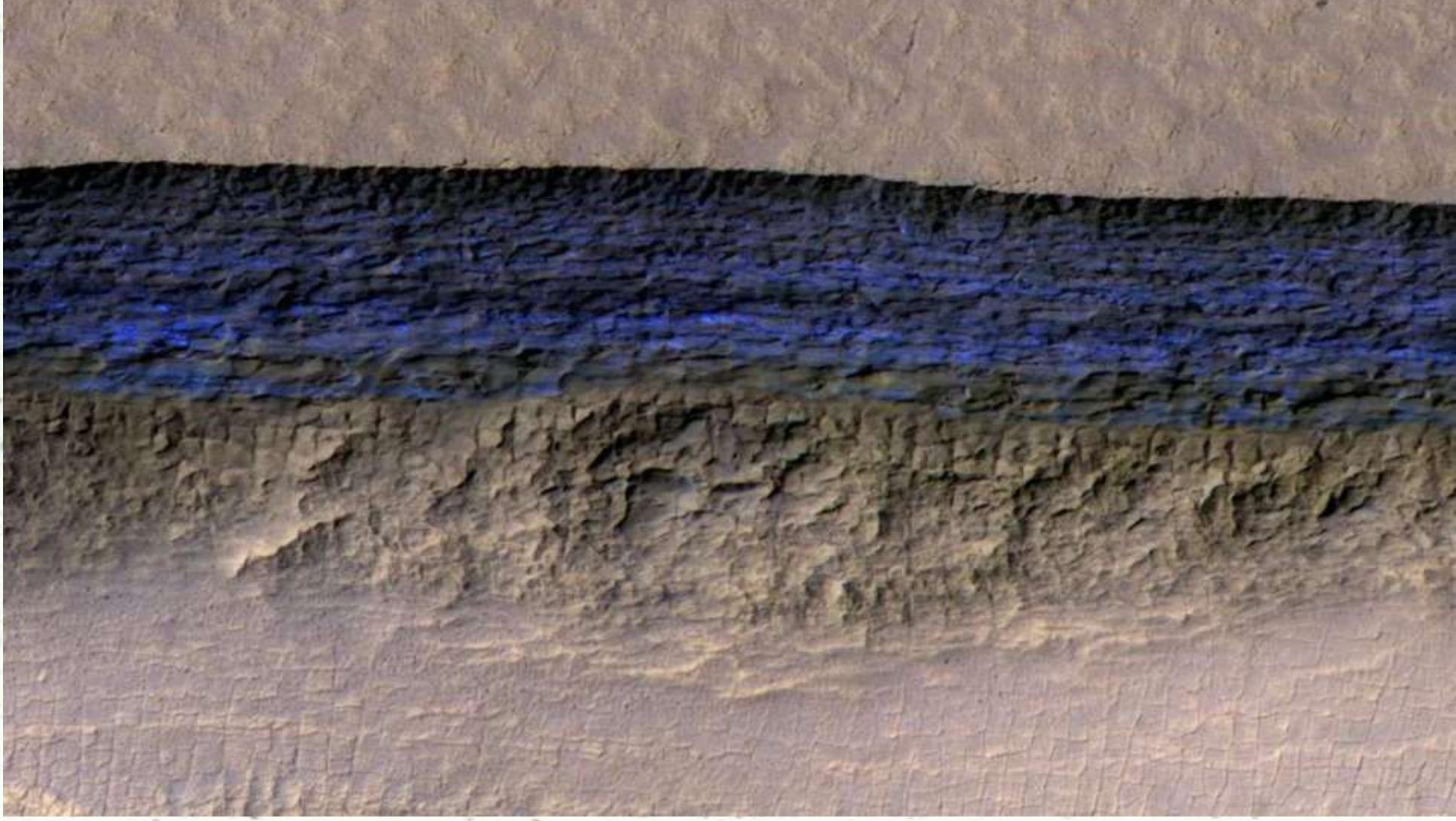
Now

Ici se situe
le
basculement de
Mars 7

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

Une équipe qui a examiné dix années de données de MRO a estimé que de gros volumes de glace d'eau sont stockés dans le sous-sol de Mars.

Cette glace se trouve conservée grâce à la couche très épaisse de poussière et se situe aux latitudes moyennes. Et Curiosity vient de trouver cette glace.



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

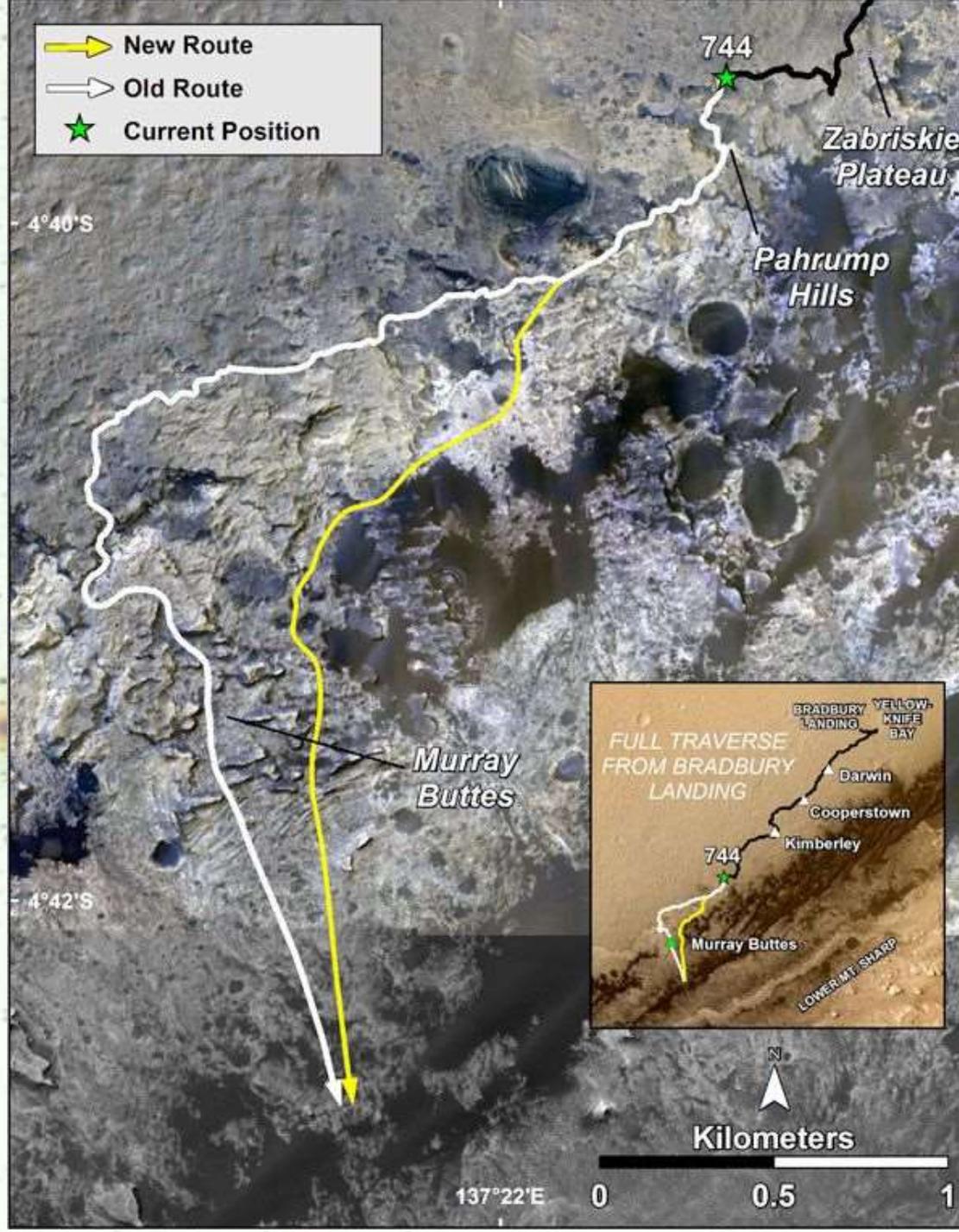


Et la vie ?

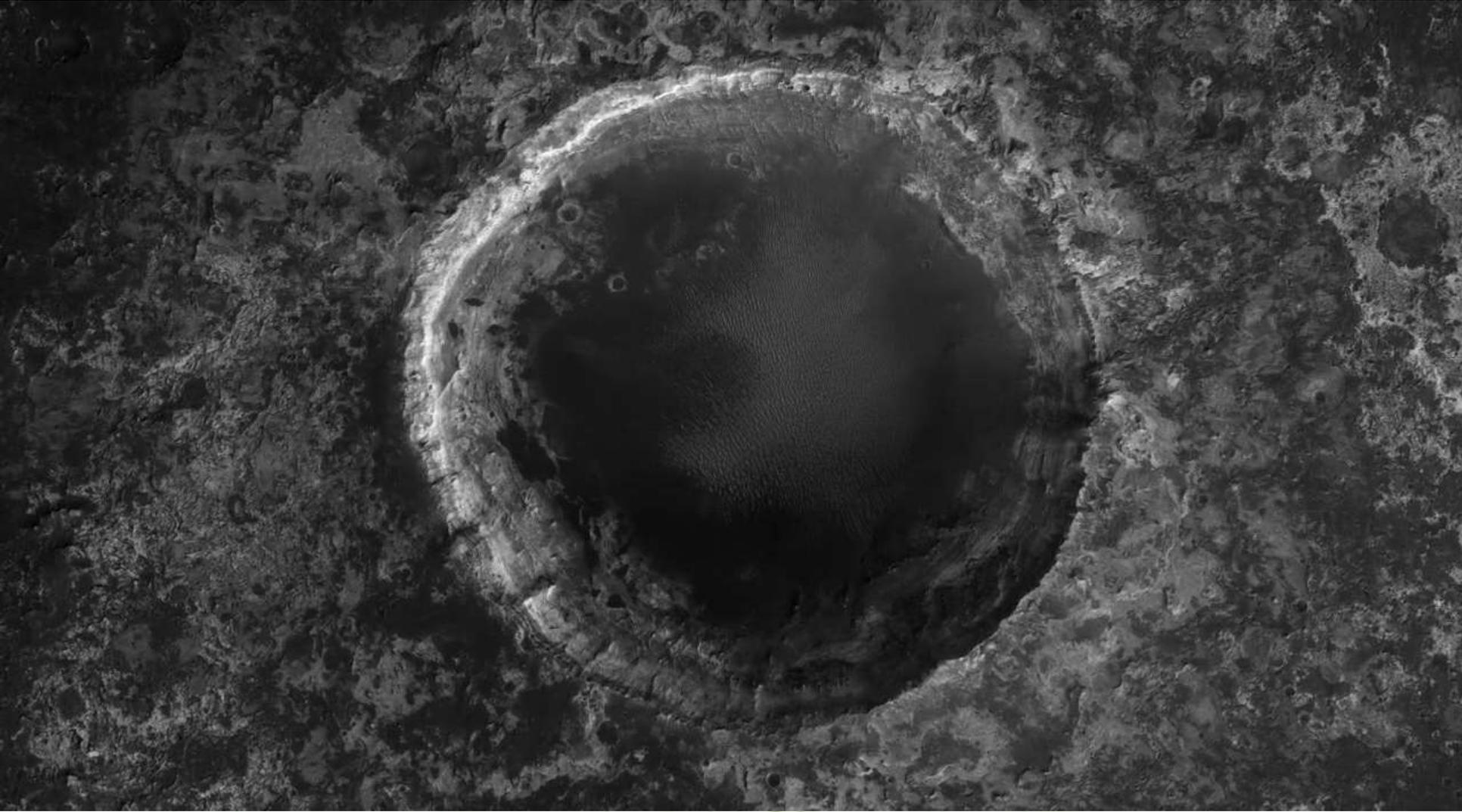
Pour l'instant nous n'en avons pas de preuve.

Mais on espère qu'avec la montée au Mont Sharp, la question de la vie sur Mars sera tranchée, ce qui n'est pas encore le cas.

Le pic central primordial est à présent recouvert d'une succession de couches sédimentaires qui font tout l'intérêt de cette montagne et justifient l'arrivée de cette mission qui a coûté 2,5 milliards de dollars. En effet ces couches sont une successions d'époques, ce qui en prélevant des échantillons devraient nous permettre de trancher...



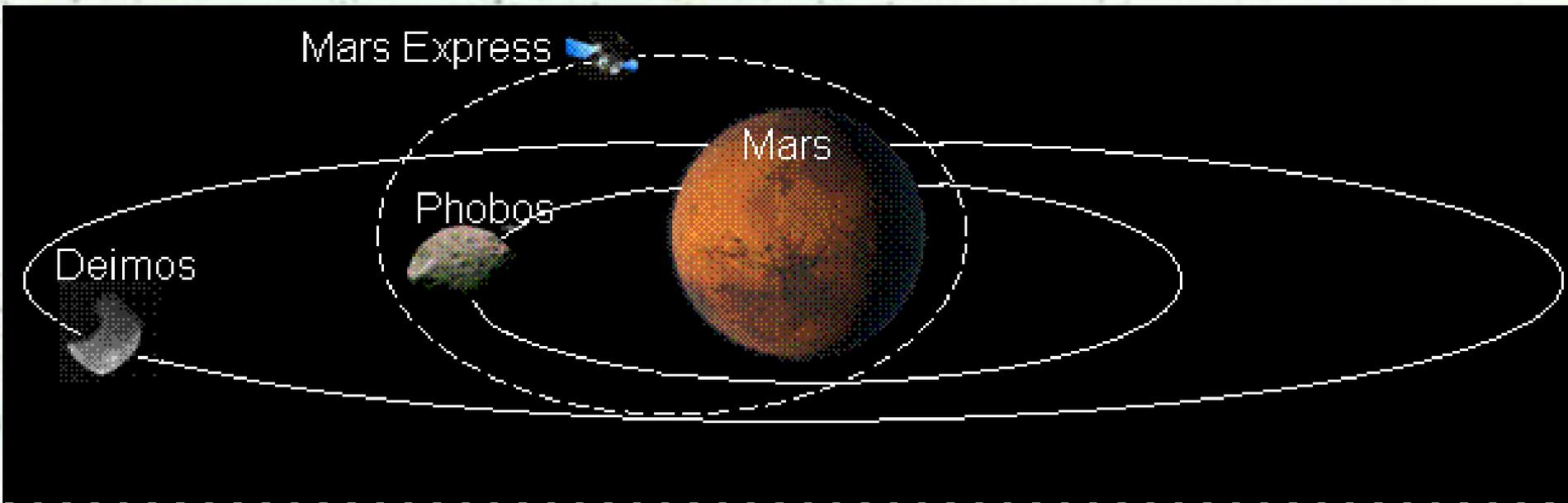
Avant de passer aux satellites de Mars voici une animation des paysages insolites de Mars vus par HiRise



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>Masse</u> | 1,072×10 ¹⁶ kg | 1,48×10 ¹⁵ kg |
| <u>Masse volumique moyenne</u> | 1 887 kg/m ³ | 1 471 kg/m ³ |
| <u>Gravité de surface</u> | 1,9 à 8,4 mm/s ² | environ 3,9 mm/s ² |
| <u>Vitesse de libération</u> | 11,3 m/s | 5,6 m/s |
| <u>Albédo</u> | 0,071 | 0,068 |
| <u>Demi-grand axe de l'orbite</u> | 9 377,2 km | 23 460 km |
| <u>Excentricité orbitale</u> | 0,0151 | 0,0002 |
| <u>Inclinaison de l'axe</u> | 1,075 ° | 0,93 ° |
| <u>Période orbitale</u> | 0,3108418 sols ≈ 0,31891023 d | 1,2305 sols ≈ 1,26244 d |

Propriétés des satellites naturels de Mars



Deimos (12 x 16 km)



Phobos (20 x 28 km)

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.

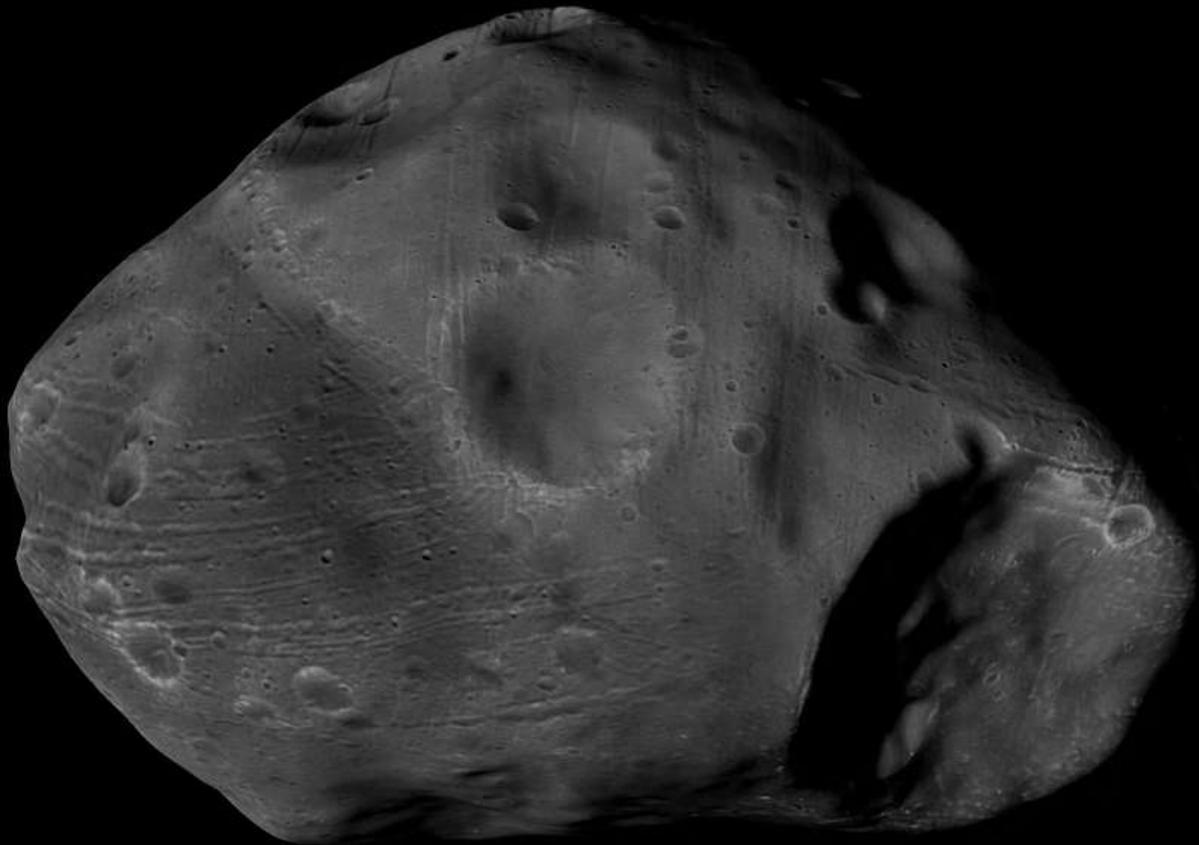


Mais Mars détruit lentement Phobos,

Les sillons de Phobos sont dues à Mars. Mesurant typiquement moins de 30 m de profondeur, 100 à 200 m de largeur et jusqu'à 20 km de long, ils sont parallèles.

Phobos est à 6000 km de Mars et se rapproche chaque année de 2m. Il sera dans 30Millions d'année sous la limite de Roche.

En effet on sait maintenant que Phobos est moins dense qu'on ne le pensait.



Déimos



2 km