

LA PLANÈTE MARS



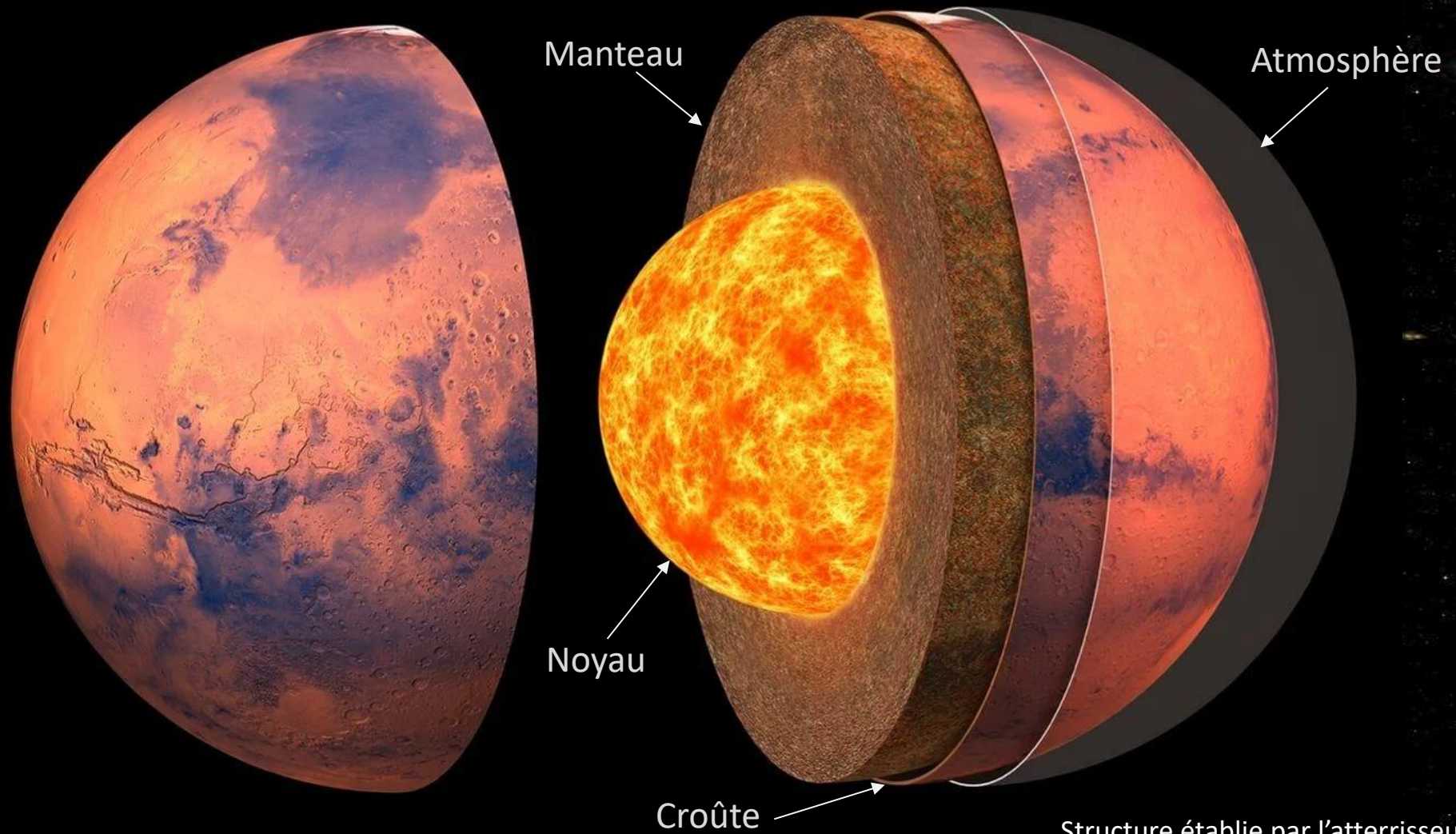
André BORDES

La planète Mars s'est formée voilà 4,56 milliards d'années en même temps que la Terre.



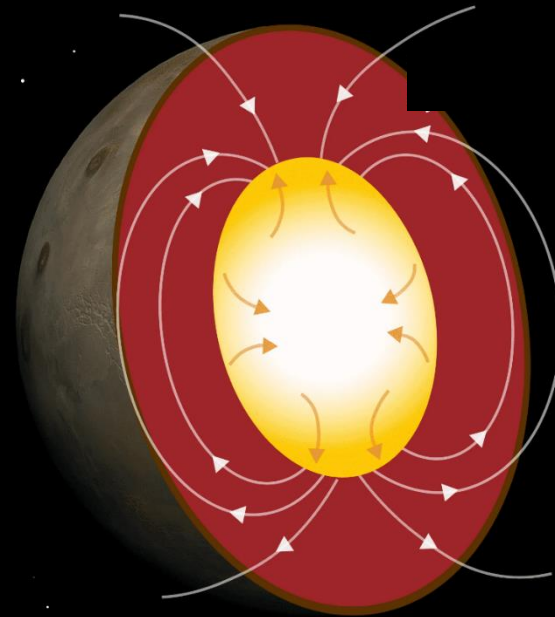
La structure interne de Mars.

Contrairement à la Terre son noyau est entièrement liquide.
Elle est 7 fois moins volumineuse que la Terre et 10 fois moins massive.

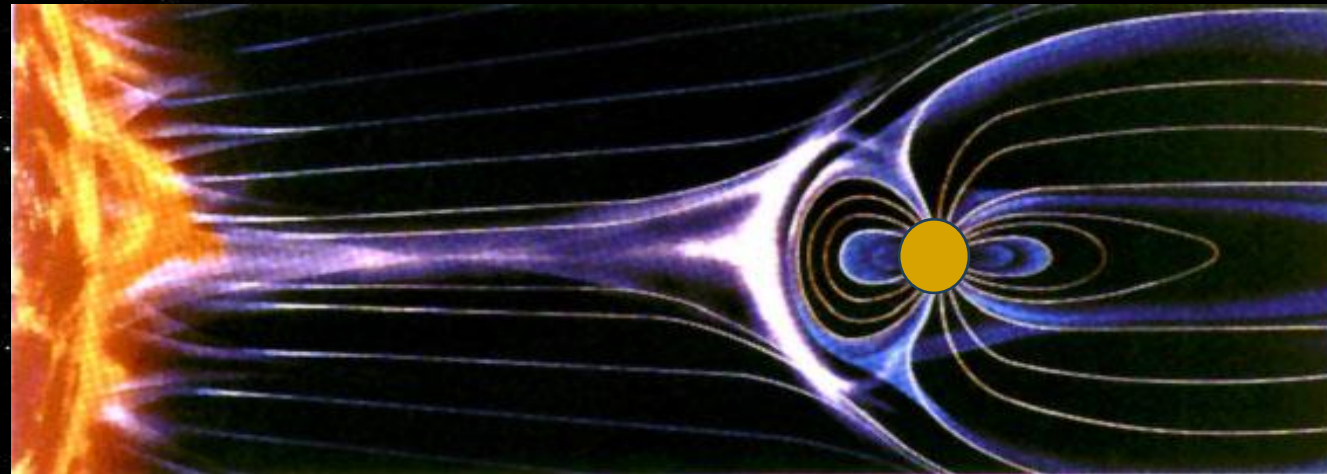


Structure établie par l'atterrisseur InSight en 2022

Dès sa formation Mars s'est doté d'un bouclier magnétique qui la protège du vent solaire.

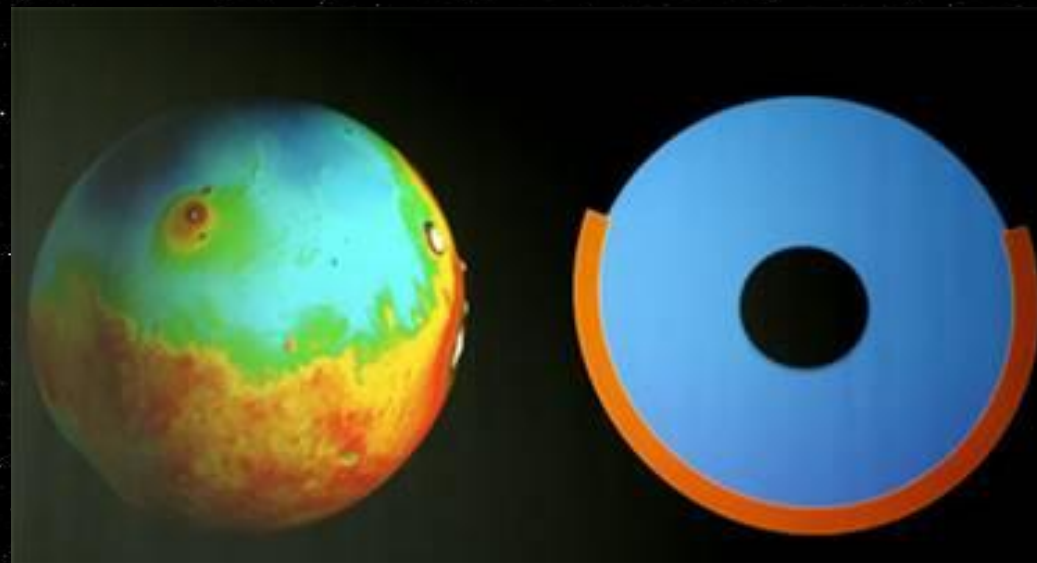
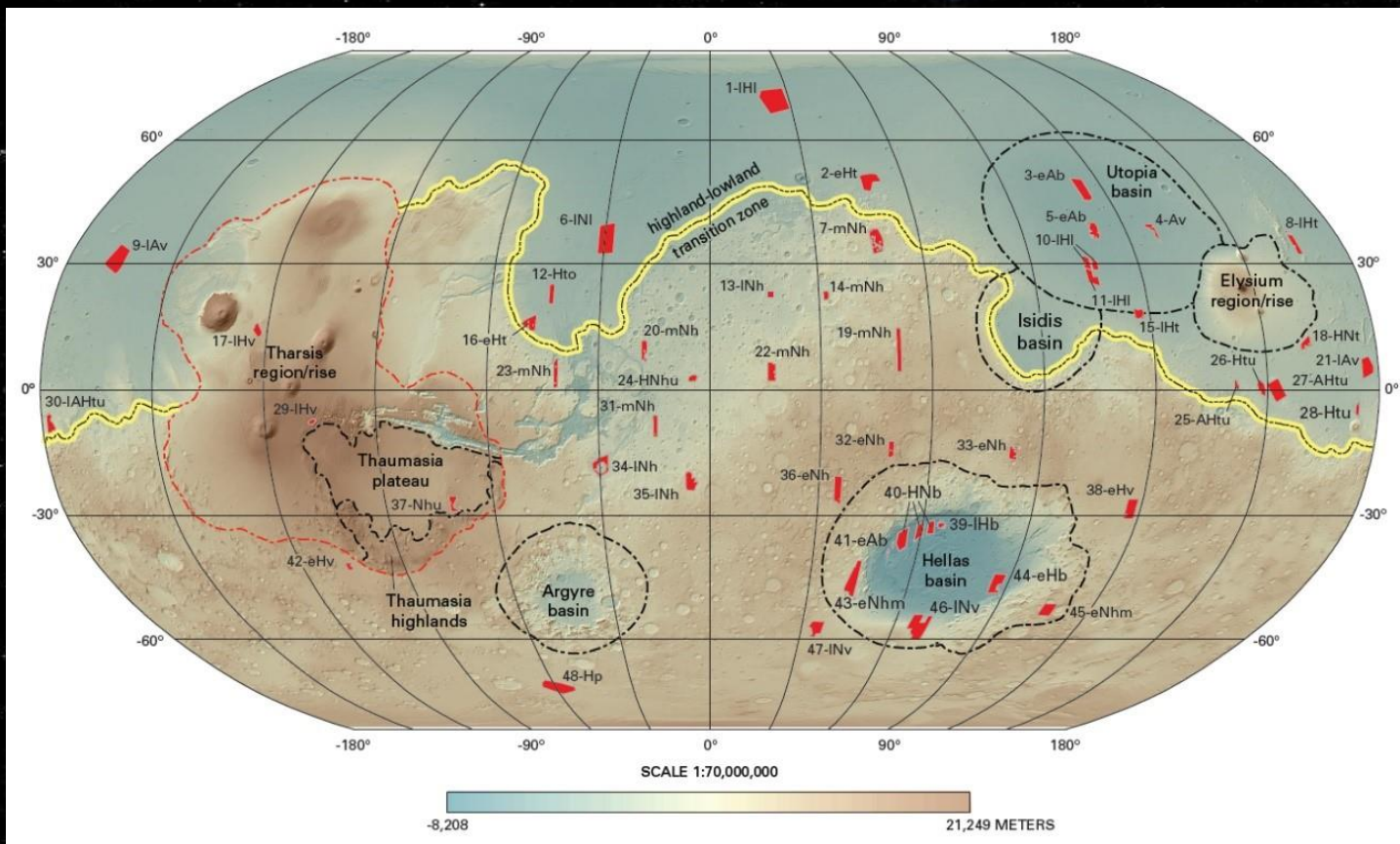


Une convection thermique dans le noyau active une dynamo.



La croûte martienne : la dichotomie d'altitudes des deux hémisphères.

L'hémisphère nord est constitué de plaines de basses altitudes peu cratérisées.
L'hémisphère sud est un plateau d'une altitude de 2 km plus ancien, plus cratérisé et riche en volcans.
Comment peut-on expliquer cela ?



Percussion par un planétoïde de l'hémisphère nord de Mars il y a 4,5 milliards d'années.

Ce choc a créé l'immense bassin de Boréalis et modifié l'inclinaison de l'axe de rotation très variable dans le temps .



Voilà 4,3 milliards d'années, apparition de l'eau sous les formes liquides, solides et gazeuses.

Cette eau provient en grande partie des plateaux d'altitude sud et se déverse dans les plaines du nord. L'eau souterraine, située dans la croûte et le manteau remonte en surface par l'intermédiaire des volcans. Les comètes et les astéroïdes ont également amené de l'eau.



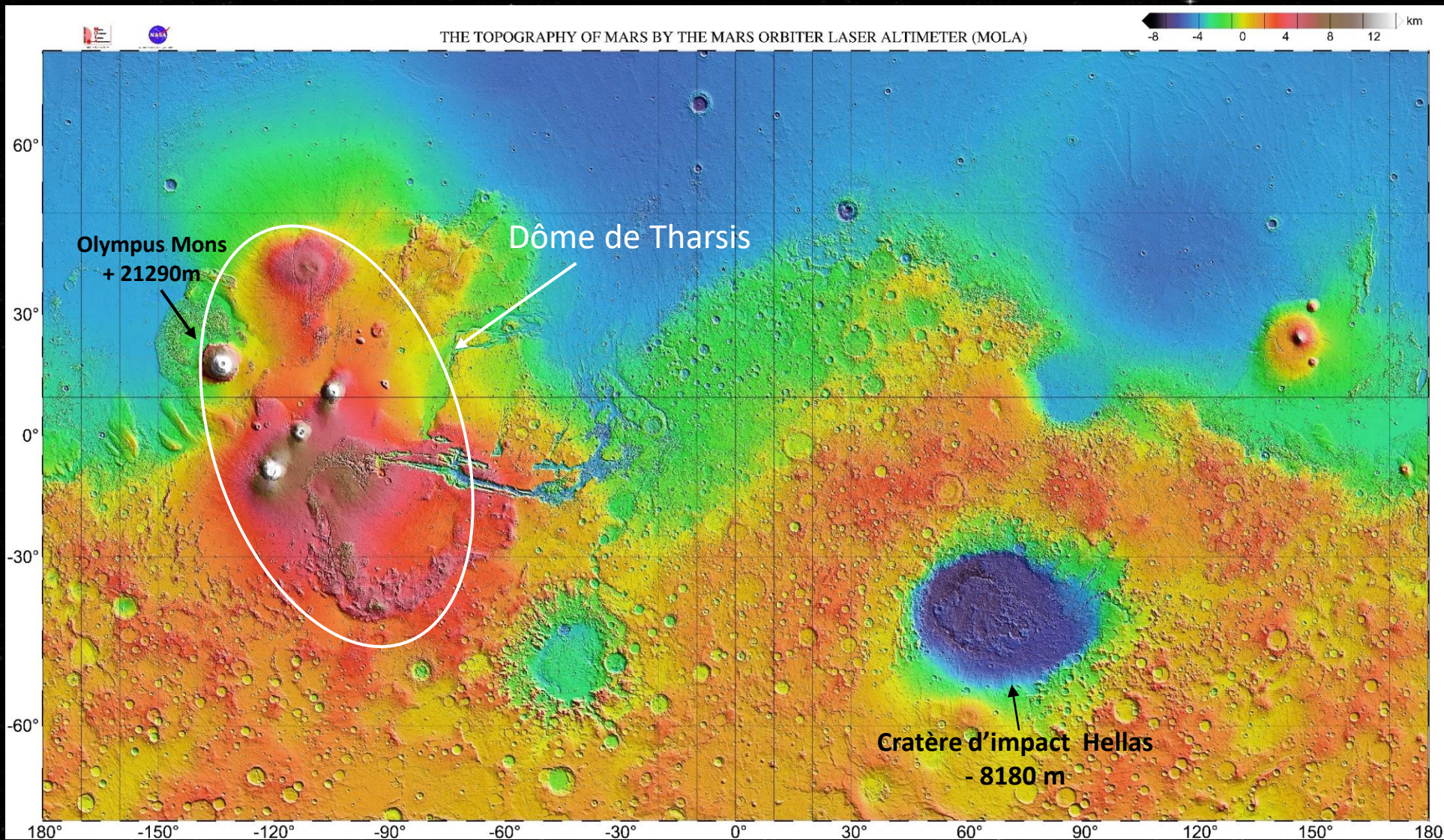
Rivage d'une mer primitive

L'eau à l'état liquide en surface implique la présence d'une atmosphère avec une pression d'environ 1 bar et une température moyenne positive.

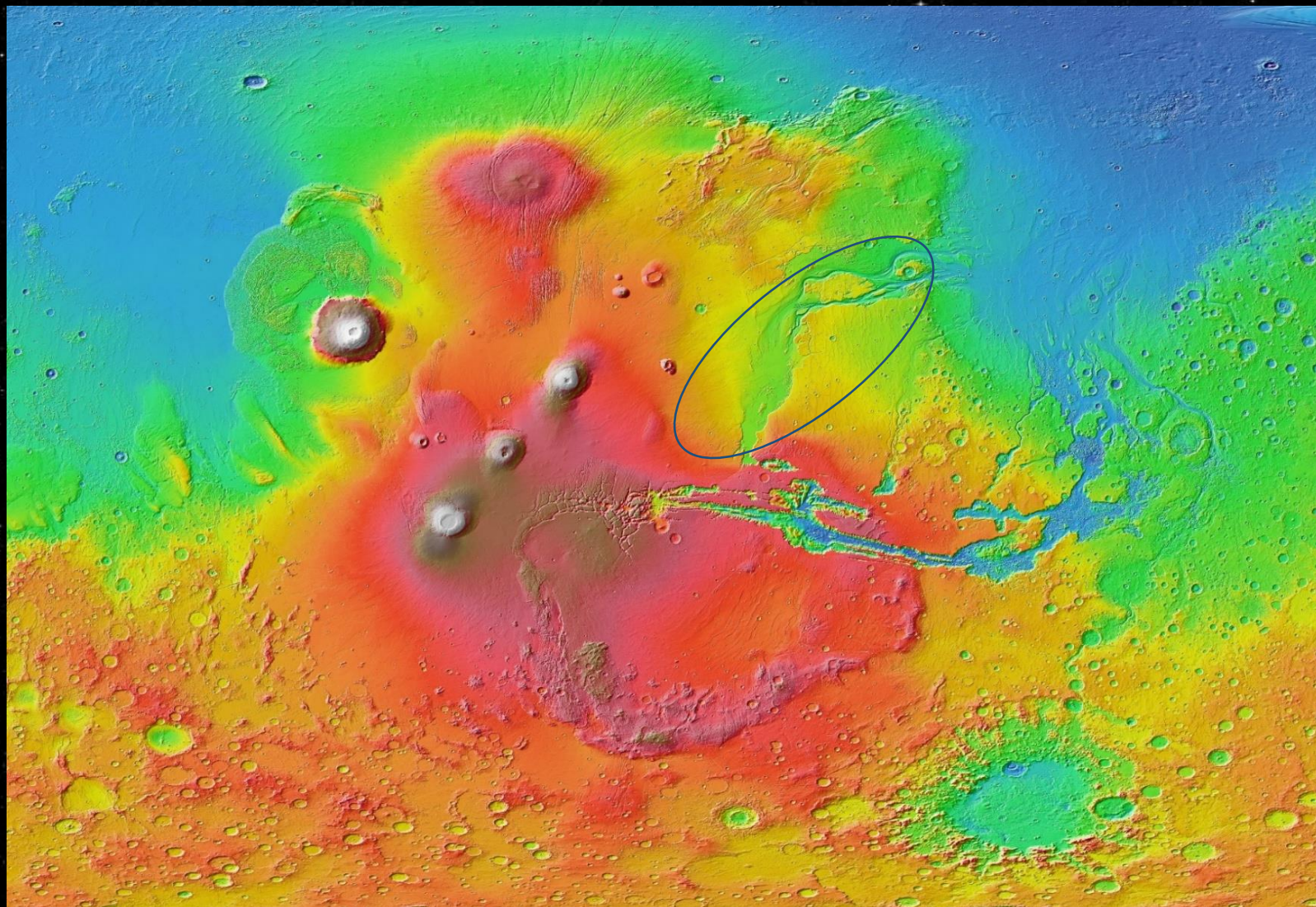


Carte altimétrique de Mars.

La sonde Mars Global Surveyor a établi la carte des altitudes du sol martien avec une précision d'un mètre à l'aide de rayons laser. L'altitude zéro de référence correspond à une pression atmosphérique de 6 millibars.

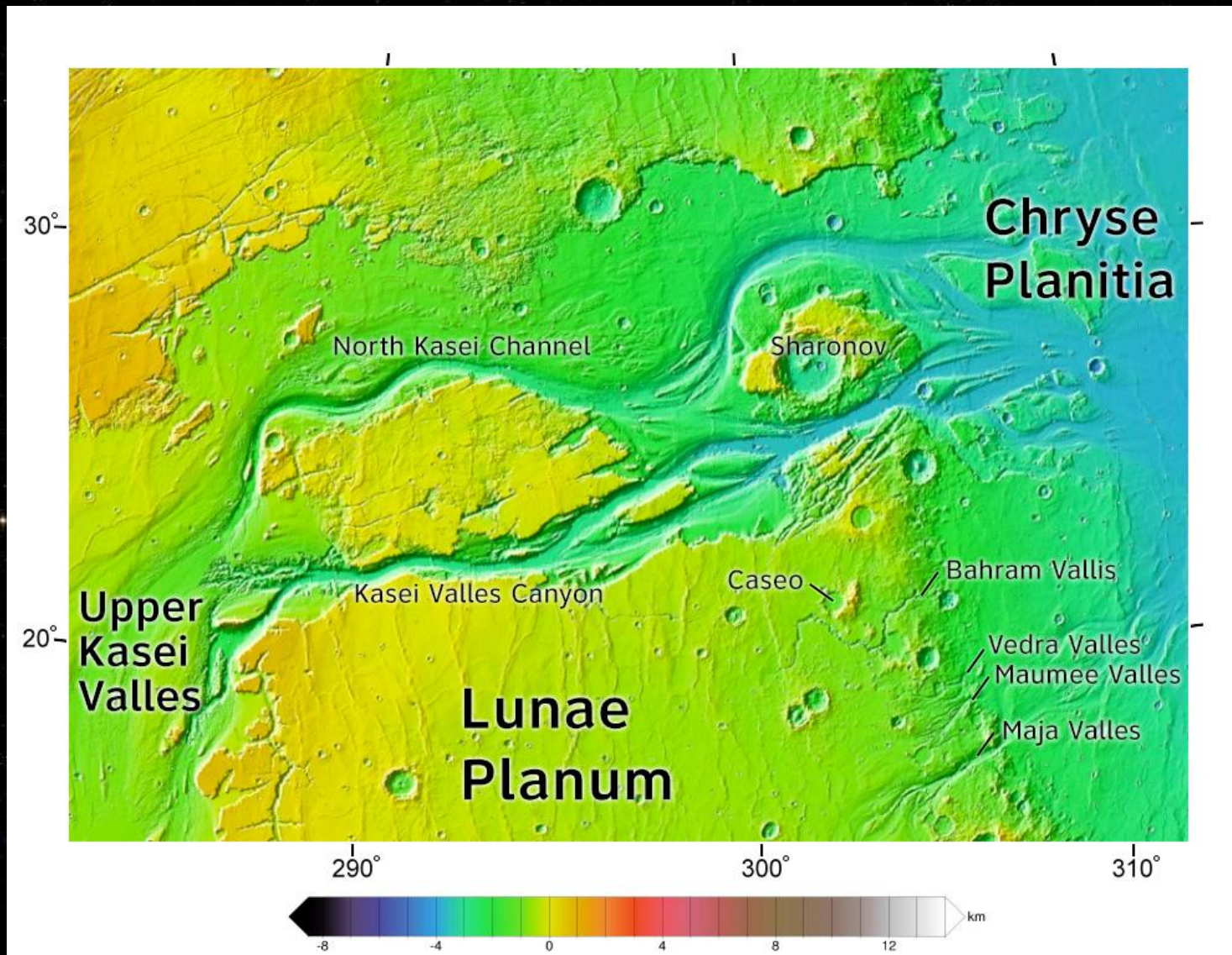


Le dôme de Tharsis s'est formé par un important transfert de magma au même endroit sous la croûte martienne. Le dôme a été un grand pourvoyeur en eau du futur océan. Formation des vallées de débâcles. Cette surélévation a fissuré et fracturé la croûte martienne pour former le canyon Valles Marineris.



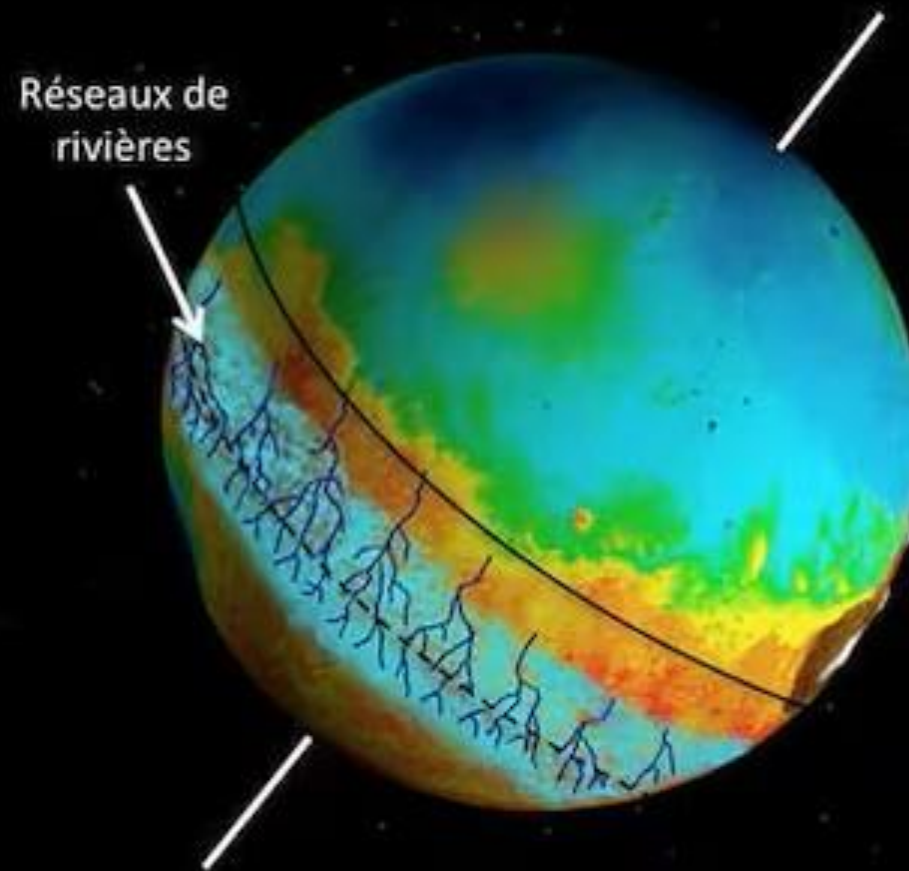
Vallée de débâcle de Kasei

Vallée de 3000 km de long et de 600 km de large creusée par la puissance érosive de l'eau s'écoulant à très haut débit.

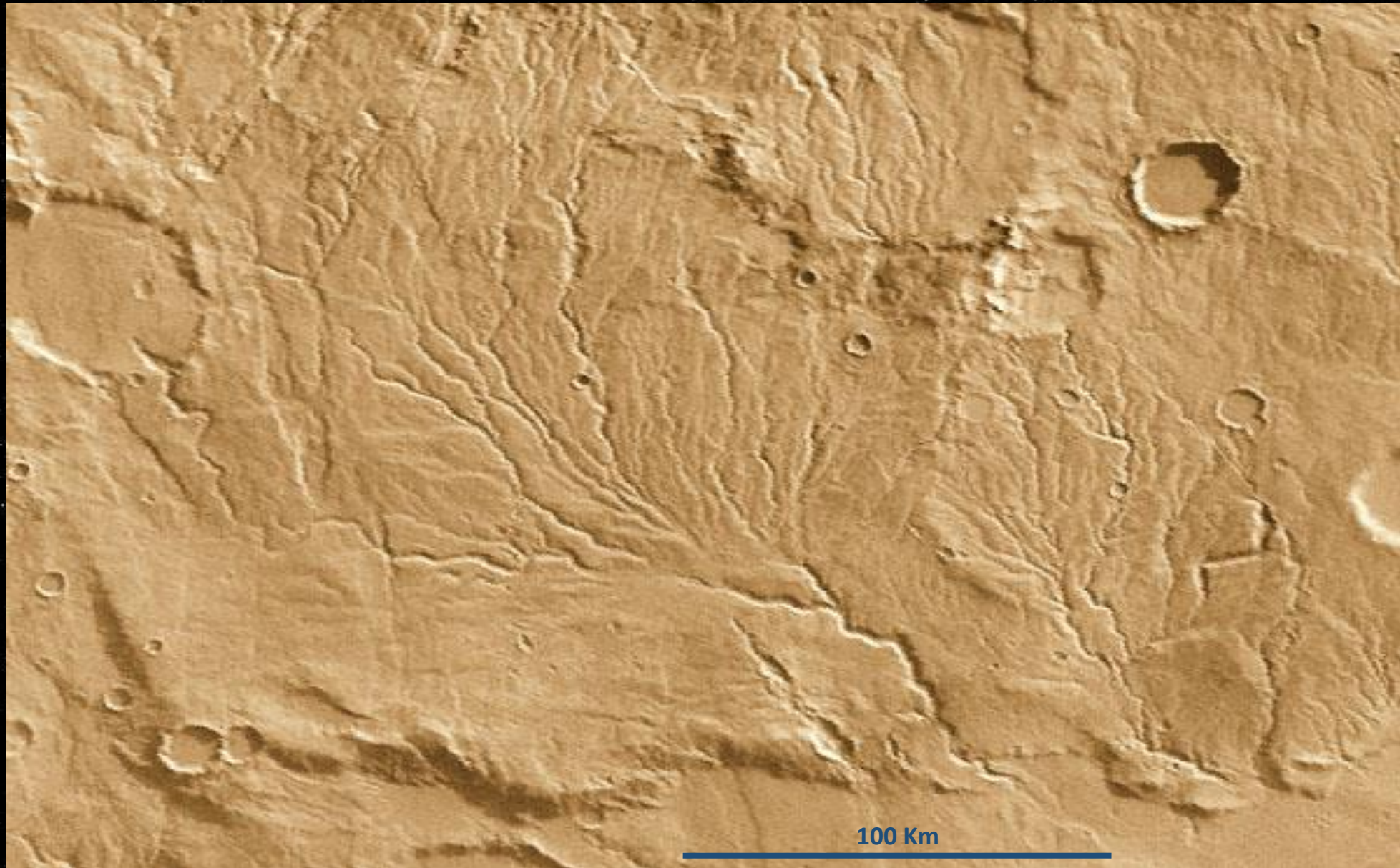


Des réseaux de rivières déversent de l'eau dans les plaines du nord

Des milliers de rivières ont été repérées, leurs longueurs cumulées sont estimées à 400 000 km.



Écoulement de l'eau du haut plateau du sud vers la plaine du nord.



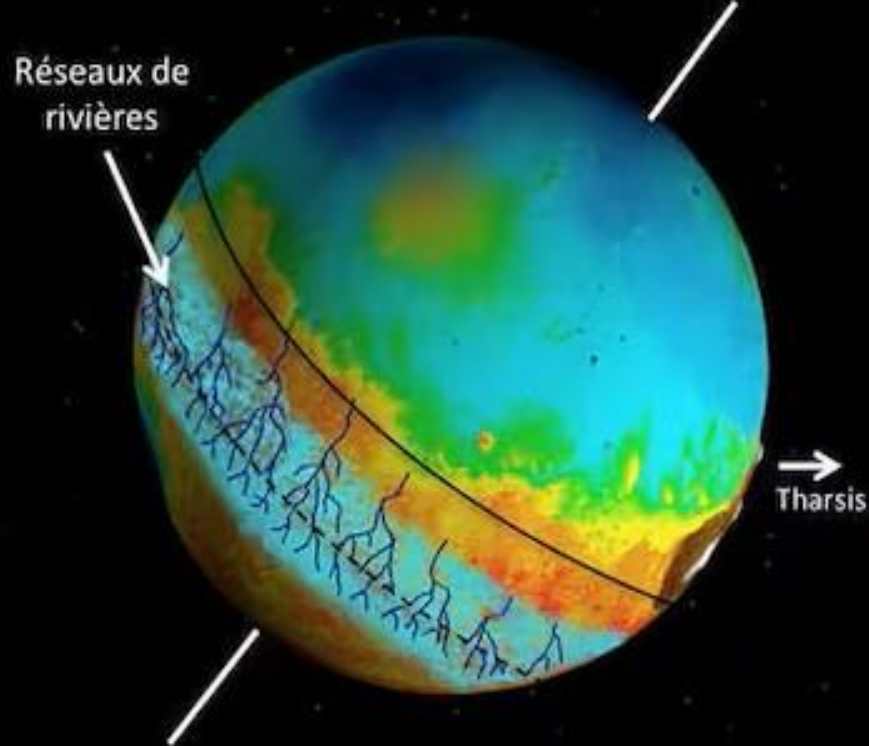
La planète Mars telle qu'on l'imagine voilà plus de 4 milliards d'années.

L'océan primitif devait être constitué d'approximativement 41 millions de km³ d'eau et occuper 19% de la surface de Mars. Cet océan étalé sur toute la surface de la planète aurait eu une épaisseur de 284 mètres (2750m pour la Terre).



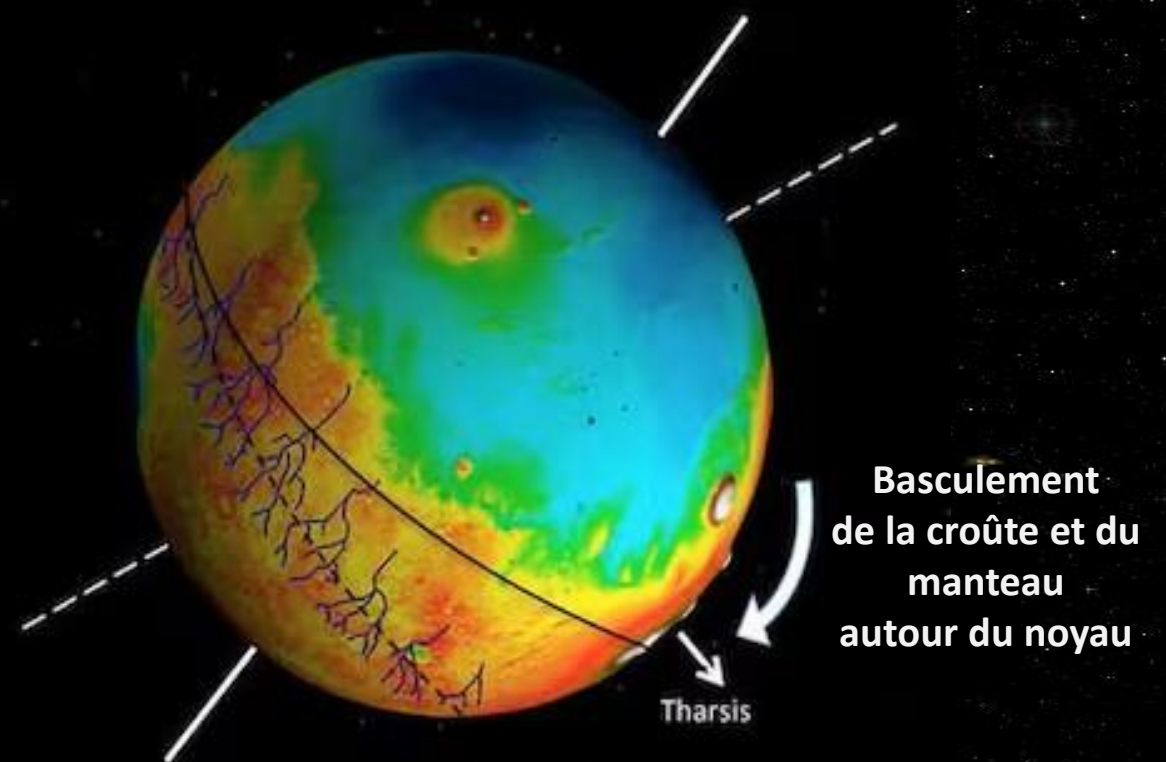
La formation du dôme de Tharsis il y a 3,7 milliards d'années provoque le basculement de la planète autour de son noyau.

De - 4 à - 3,5 milliards d'années



Formation du dôme volcanique de Tharsis
Formation des rivières martiennes
Précipitations sur une bande tropicale sud dans un climat froid et une atmosphère plus dense que celle d'aujourd'hui

Entre - 3,5 et - 3 milliards d'années

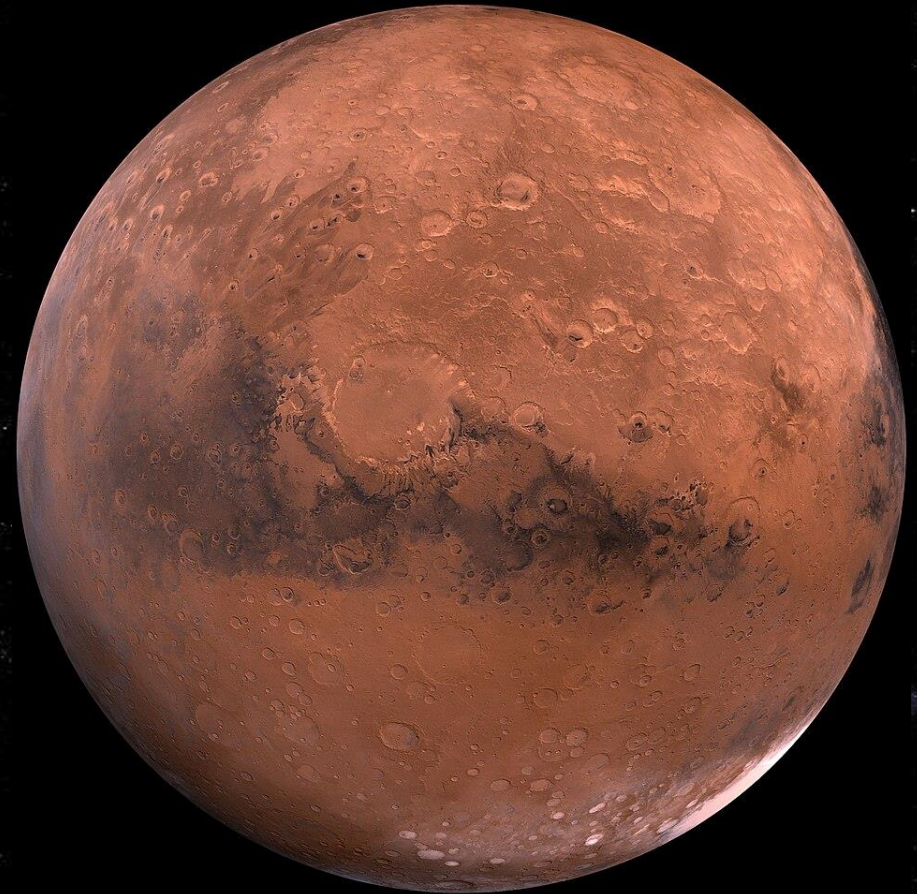
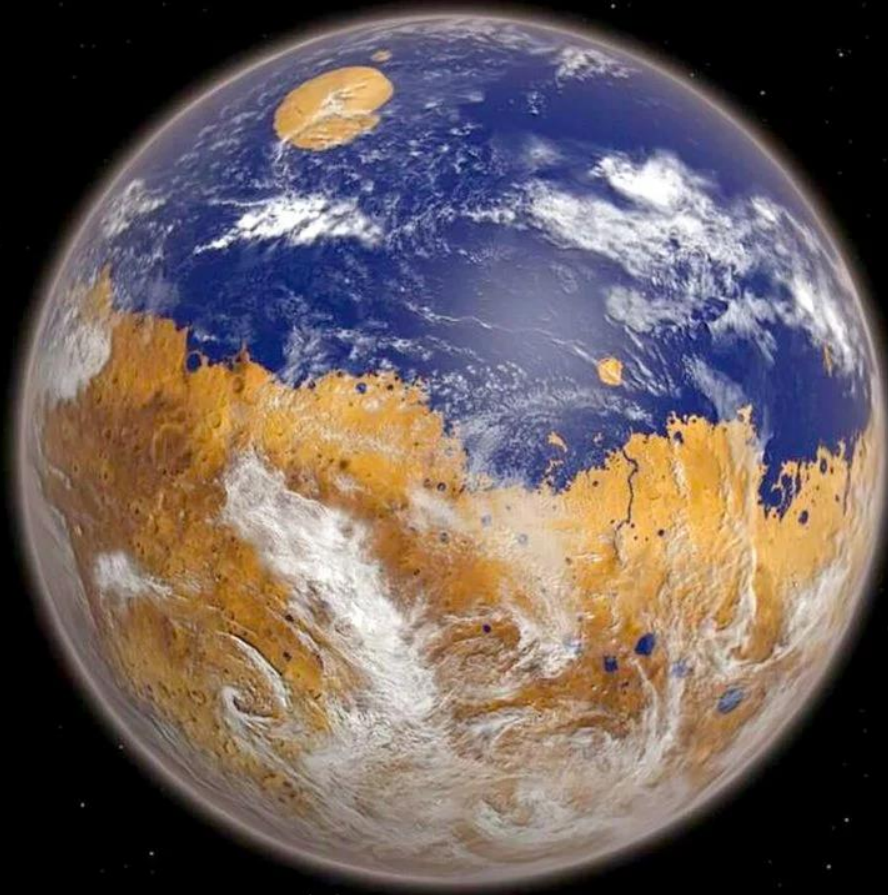


Le dôme de Tharsis provoque un basculement de 20-25°
Les réseaux de rivières ne sont plus parallèles à l'équateur

Pourquoi la Planète Mars a perdu son océan ?

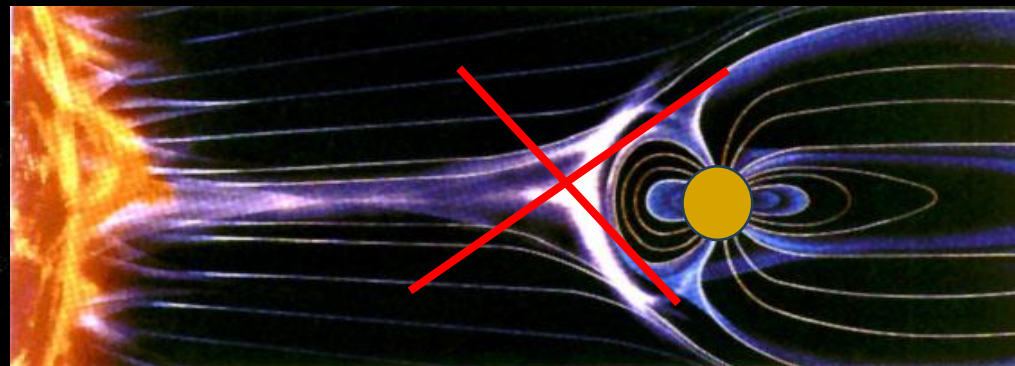
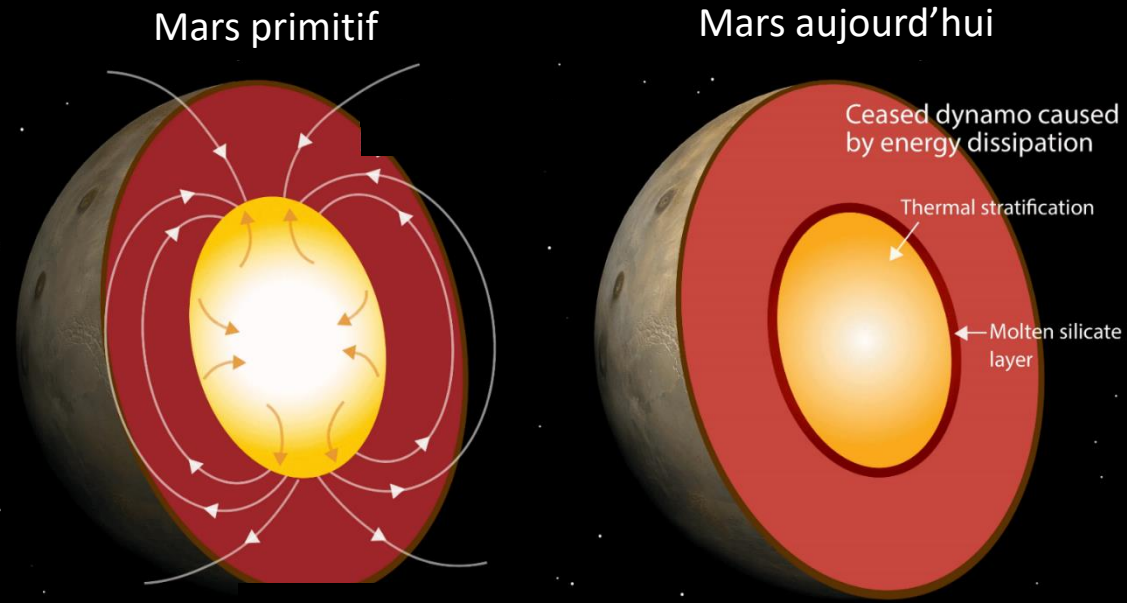
Pour 3 raisons essentielles :

Disparition du bouclier magnétique.
Absorption de l'eau par la croûte martienne.
Impacts d'astéroïdes.

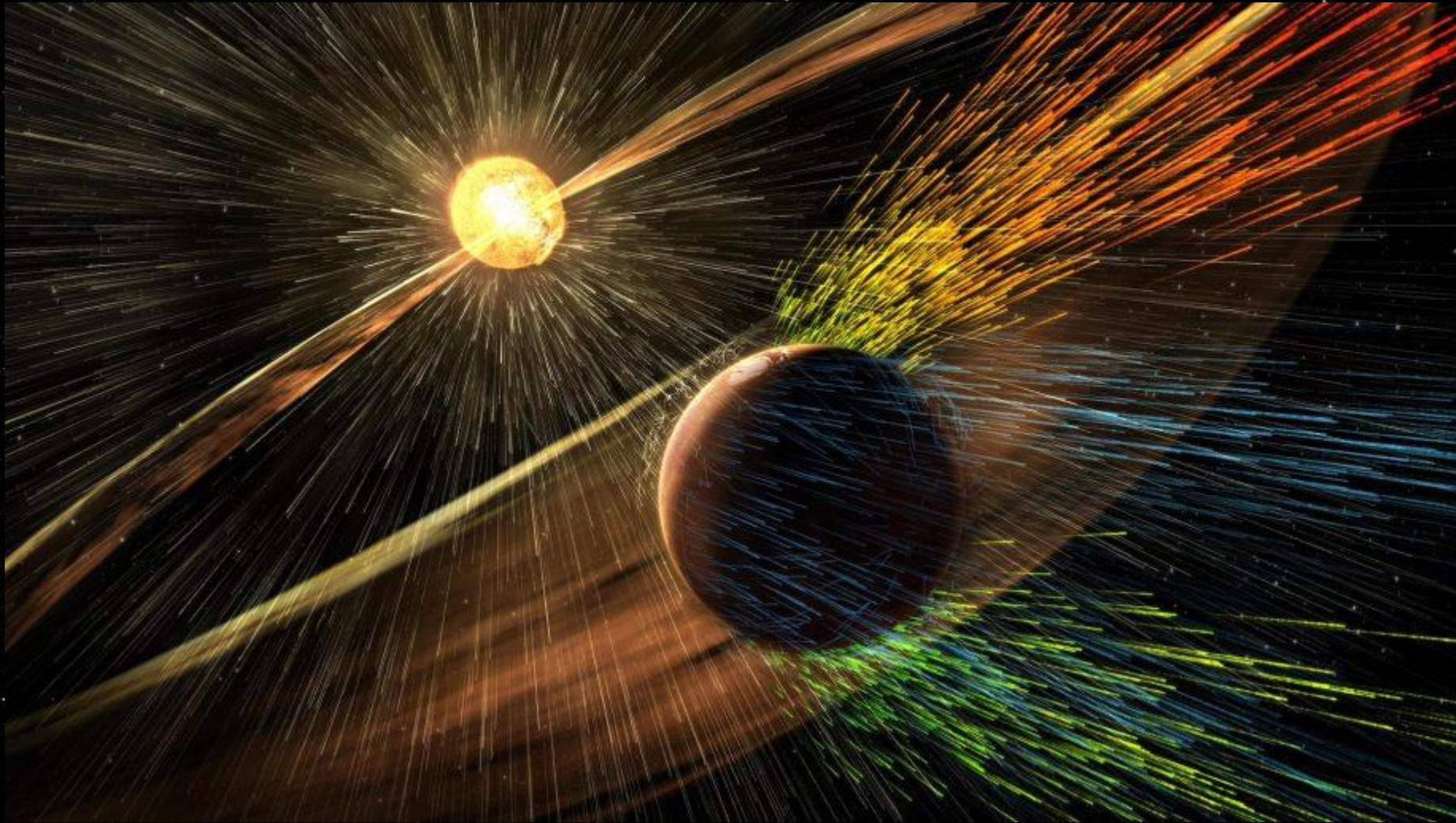


Diminution et disparition du bouclier magnétique.

A partir de 3,7 milliards d'année la température du noyau diminue ainsi que son énergie; il se stratifie.
La dynamo ne fonctionne plus, le bouclier thermique ne protège plus la planète du vent solaire.

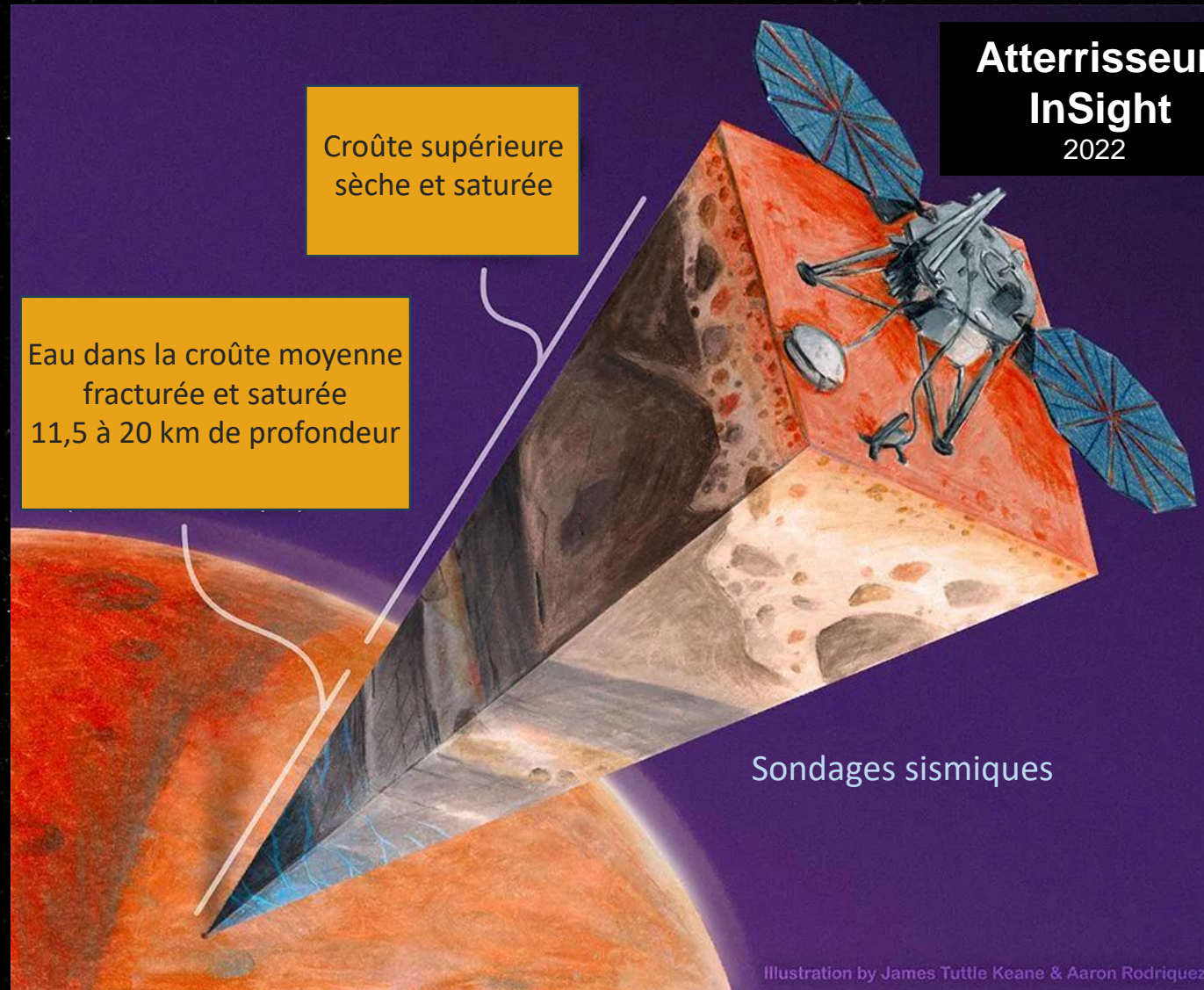


Le vent solaire composé de particules chargées électriquement va «souffler» l'atmosphère martien.
Cette atmosphère verra sa pression passer de 1 bar à 6 millibars.
La température moyenne au sol sera de -63°C
Avec ses baisses de pression atmosphérique et de température, l'eau de surface ne sera plus liquide.



Absorption de l'eau par la croûte martienne.

L'atterrisseur InSight détecte de l'eau en quantité dans la profondeur de la croûte martienne.
C'est là que se trouve une partie de l'eau de l'ancien océan.

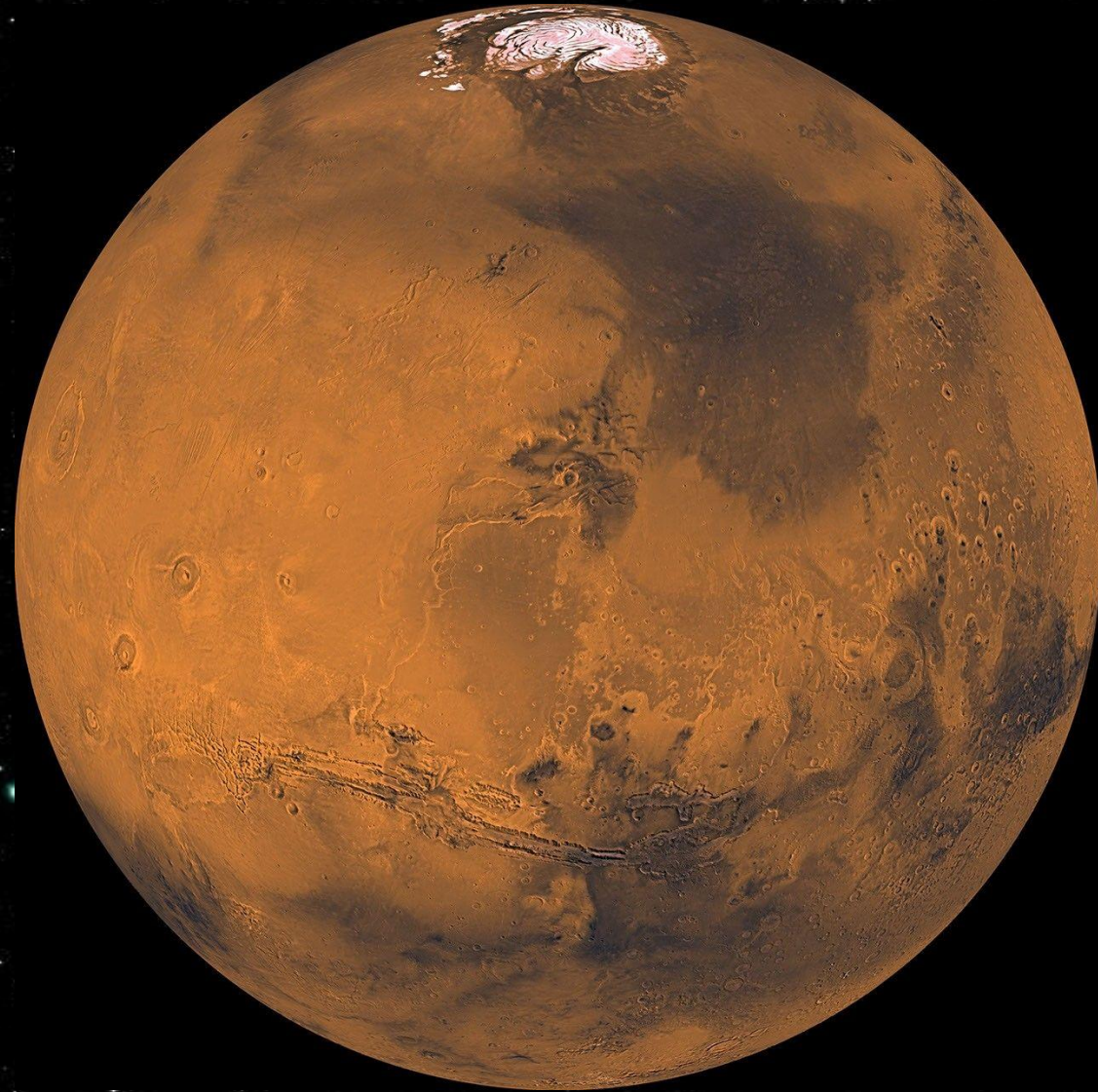


Entre 4 et 3,8 milliards d'années le système solaire subit le bombardement tardif.

Du fait de sa faible masse, la vitesse de libération de Mars n'est que de 5 km/s (11,2 km/s pour la Terre).
D'énormes quantités d'eau vont être éjectées hors de la planète par les impacts d'astéroïdes.



La planète Mars est maintenant aride. Son atmosphère est très ténue et ses températures varient entre -143° et $+20^{\circ}$.



Tourbillon de poussières filmé par le robot Spirit.



Mars la planète rouge

Les roches martiennes riches en oxyde de fer ont réagi avec l'eau pour créer de la rouille.
Au fil des années une partie de ces roches s'est décomposée en fines poussières.
L'eau et le vent ont réparti sur l'ensemble de la surface une fine épaisseur de ces poussières oxydées.

Du fer rouillé sur Terre



Mars possède deux calottes polaires différentes

La calotte sud située en altitude est plus froide. Elle est composée de glace d'eau et aussi de glace de CO₂ en surface. Son apparence va varier plus nettement que la calotte nord; celle-ci plus stable est composée de glace d'eau.

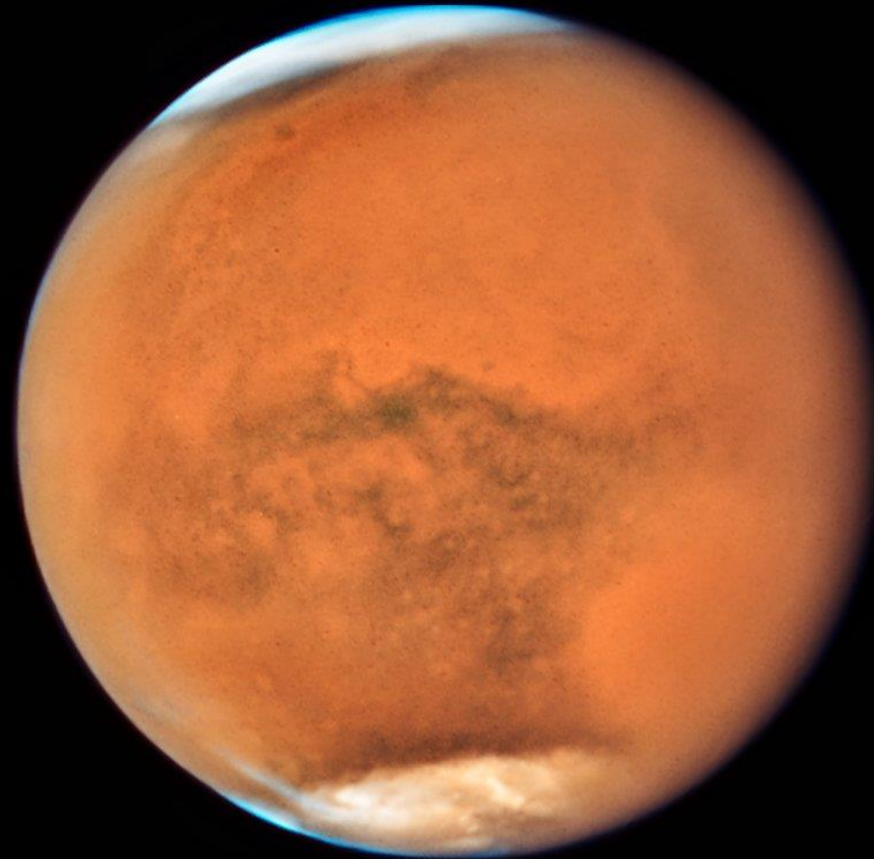
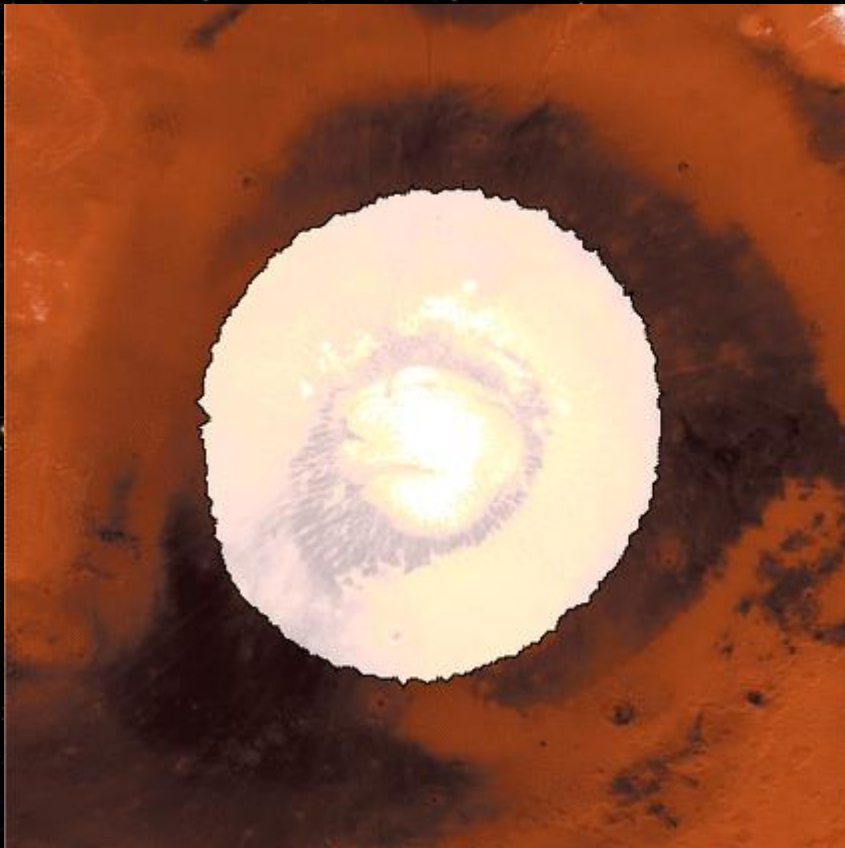


Photo Hubble

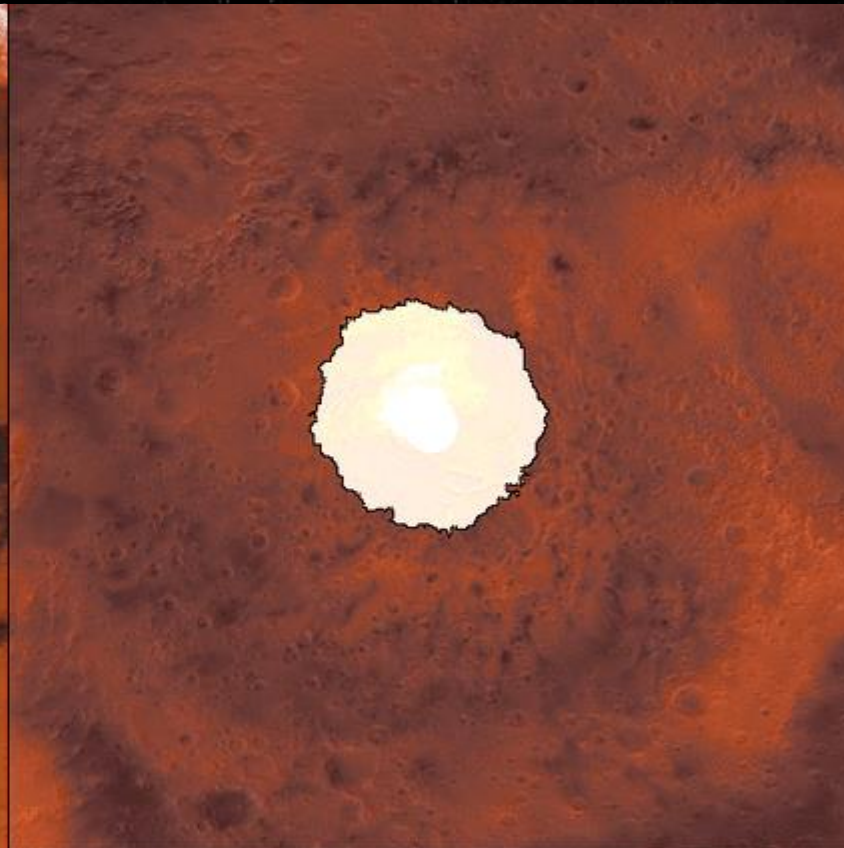
Alternance des saisons sur les pôles.

L'année martienne dure 669 jours martiens soit 687 jours terrestres. Les saisons sont plus longues que sur Terre.

Pôle nord

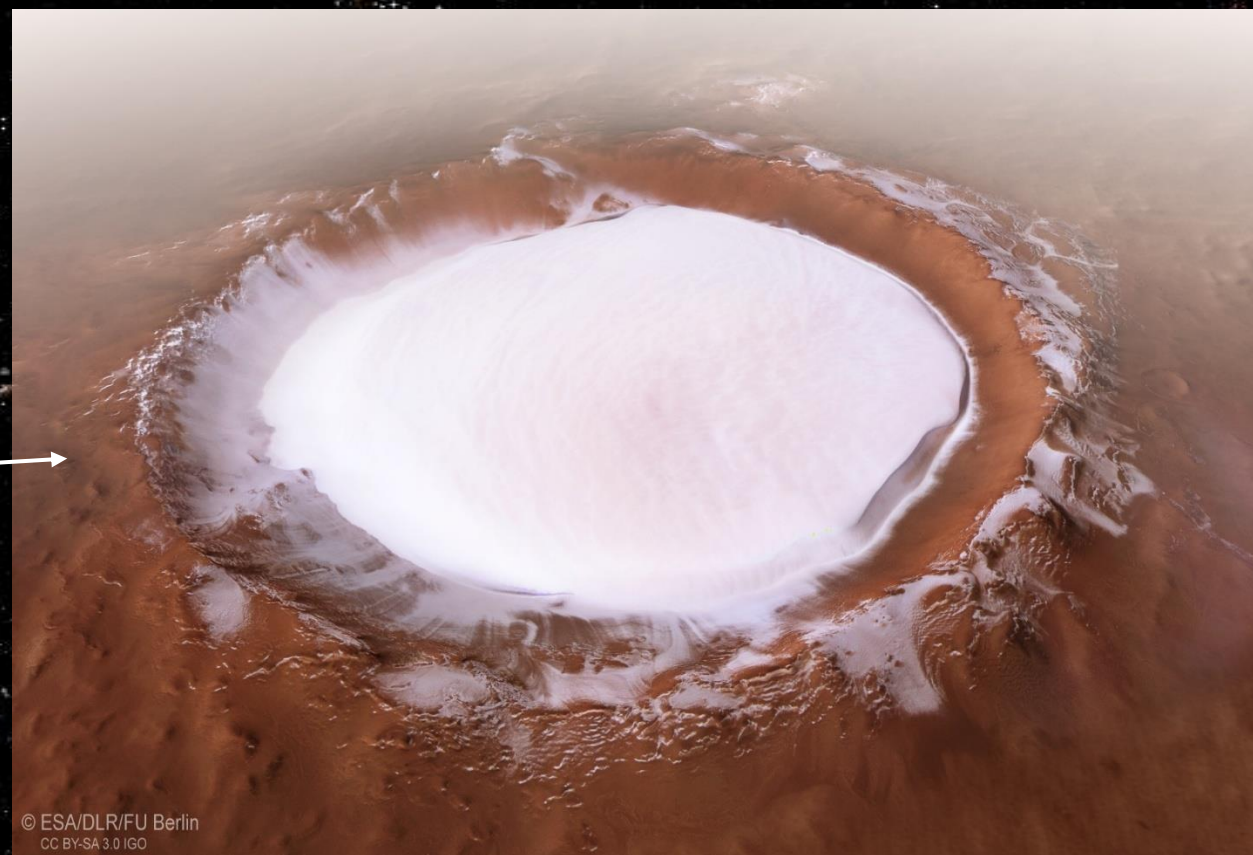
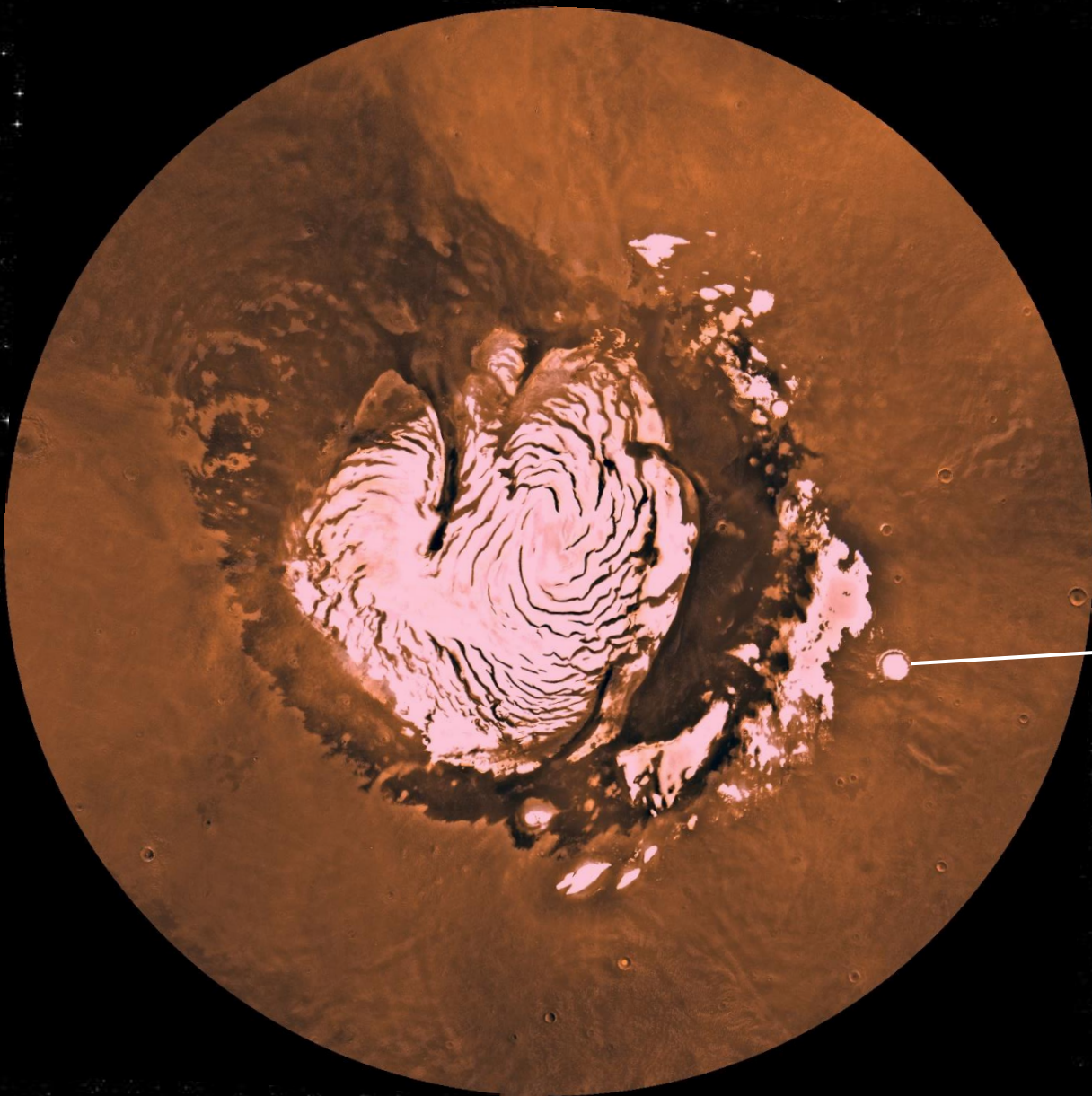


Pôle sud



Pôle nord martien

Cratère d'impact Korolev de 82 km de diamètre rempli d'une zone de glace d'eau de 60 km de diamètre, épaisseur 1,8 km.

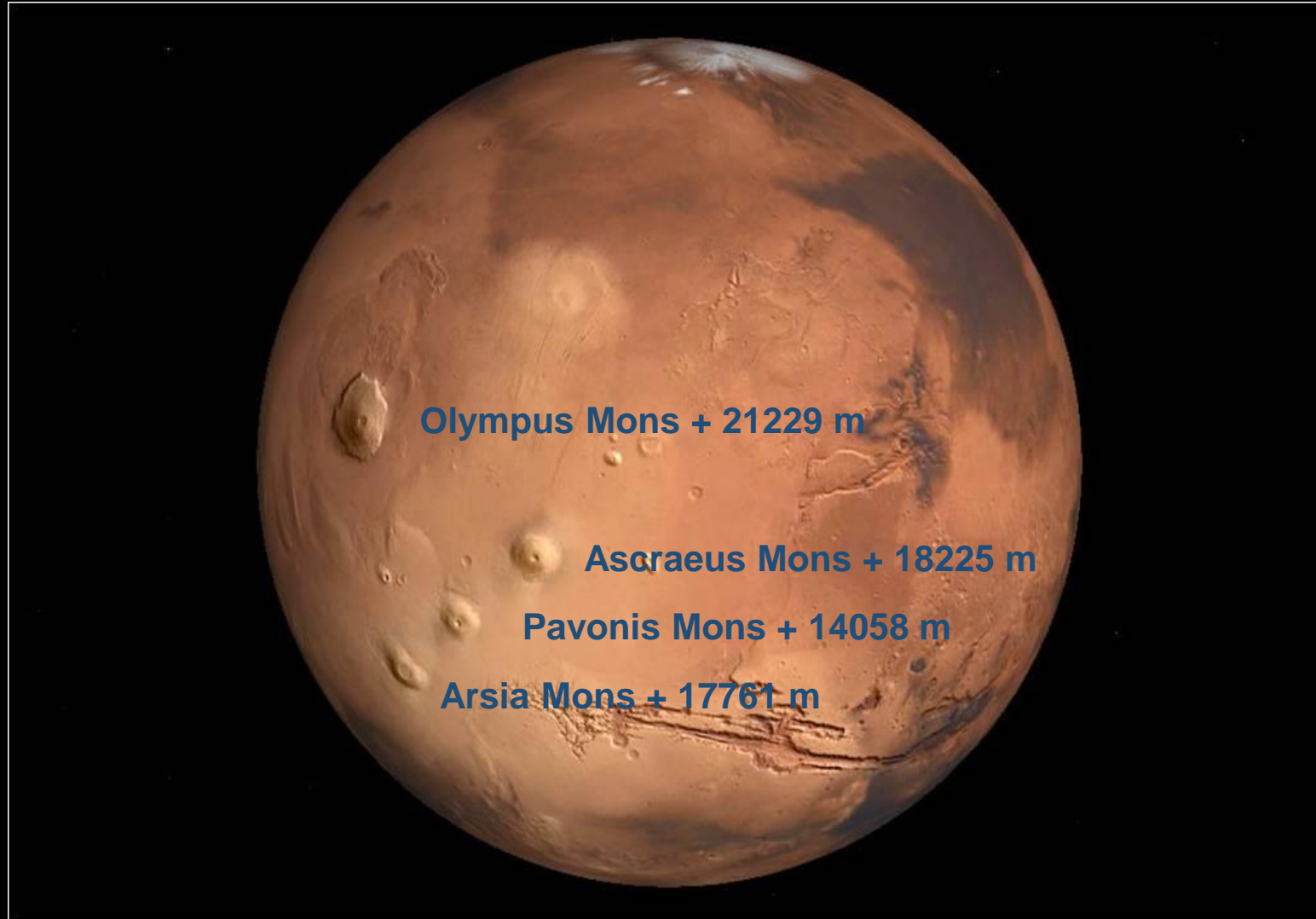


© ESA/DLR/FU Berlin
CC BY-SA 3.0 IGO

Photos Mars Express

Pourquoi les volcans sur Mars ont atteint de telles altitudes ?

Pour 3 raisons : pas de tectonique de plaque, faible gravité, peu d'érosion.

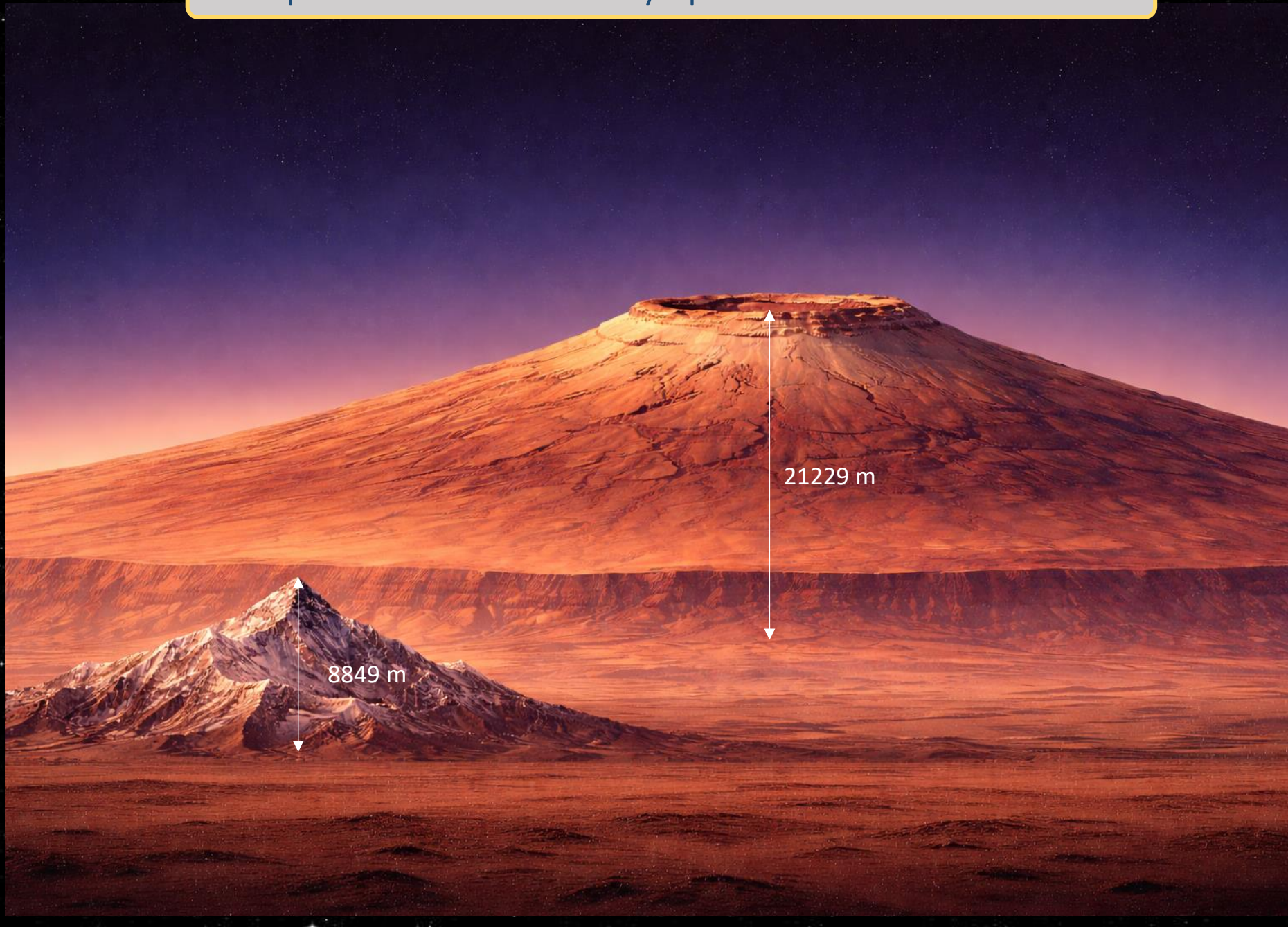


Olympus Mons est le volcan le plus imposant du système solaire.

Avec un diamètre de 648 km, il culmine à plus de 21 km.



Comparaison des tailles d'Olympus Mons et du Mont Everest.



Comparaison de surfaces entre le Mont Olympus et la France.

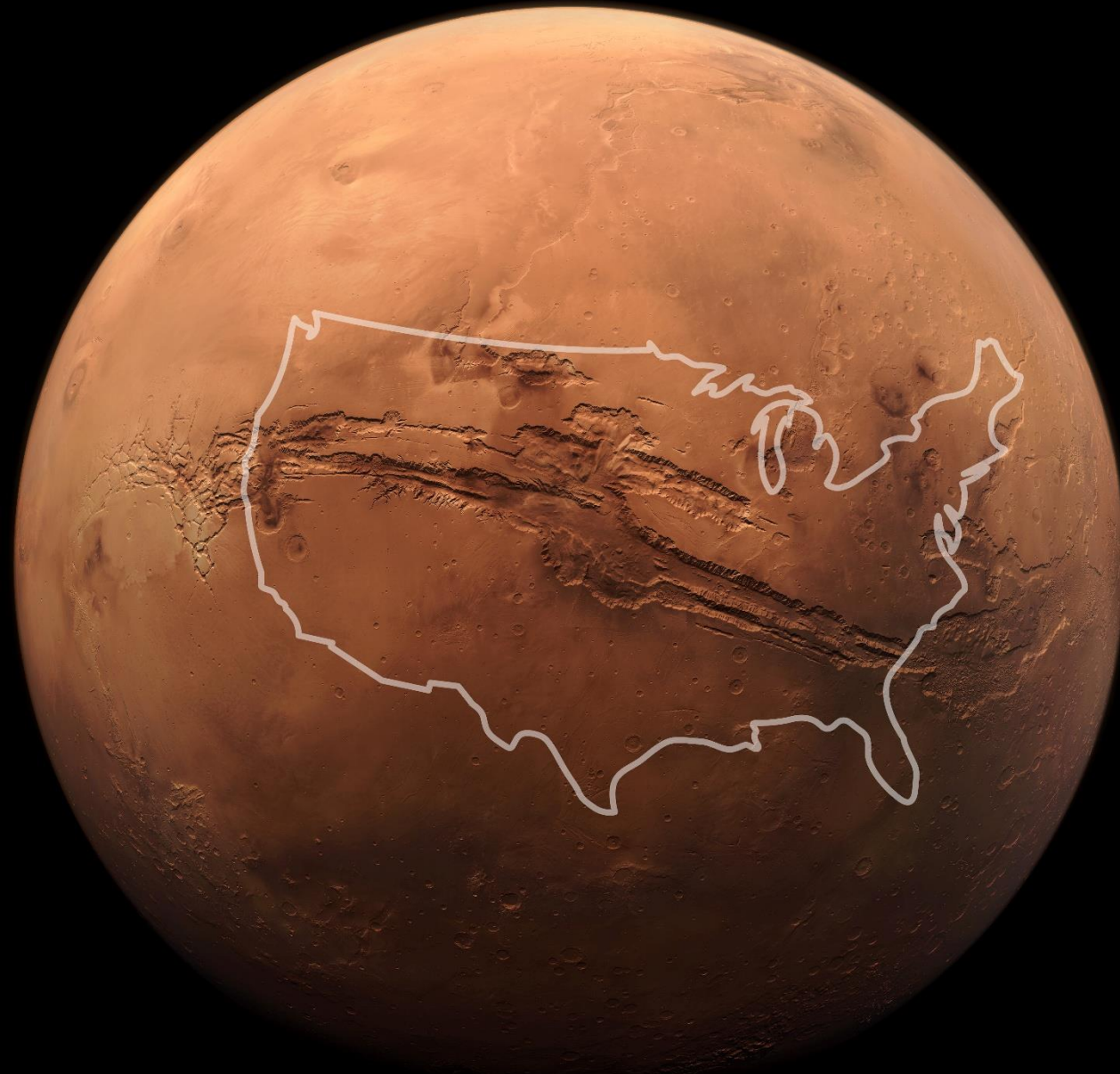


Valles Marineris est la mémoire géologique de Mars.

Avec ses 3770 km de long, jusqu'à 600 km de large, ses profondeurs atteignent 7 km.
Ce canyon est l'énorme cicatrice de la planète .

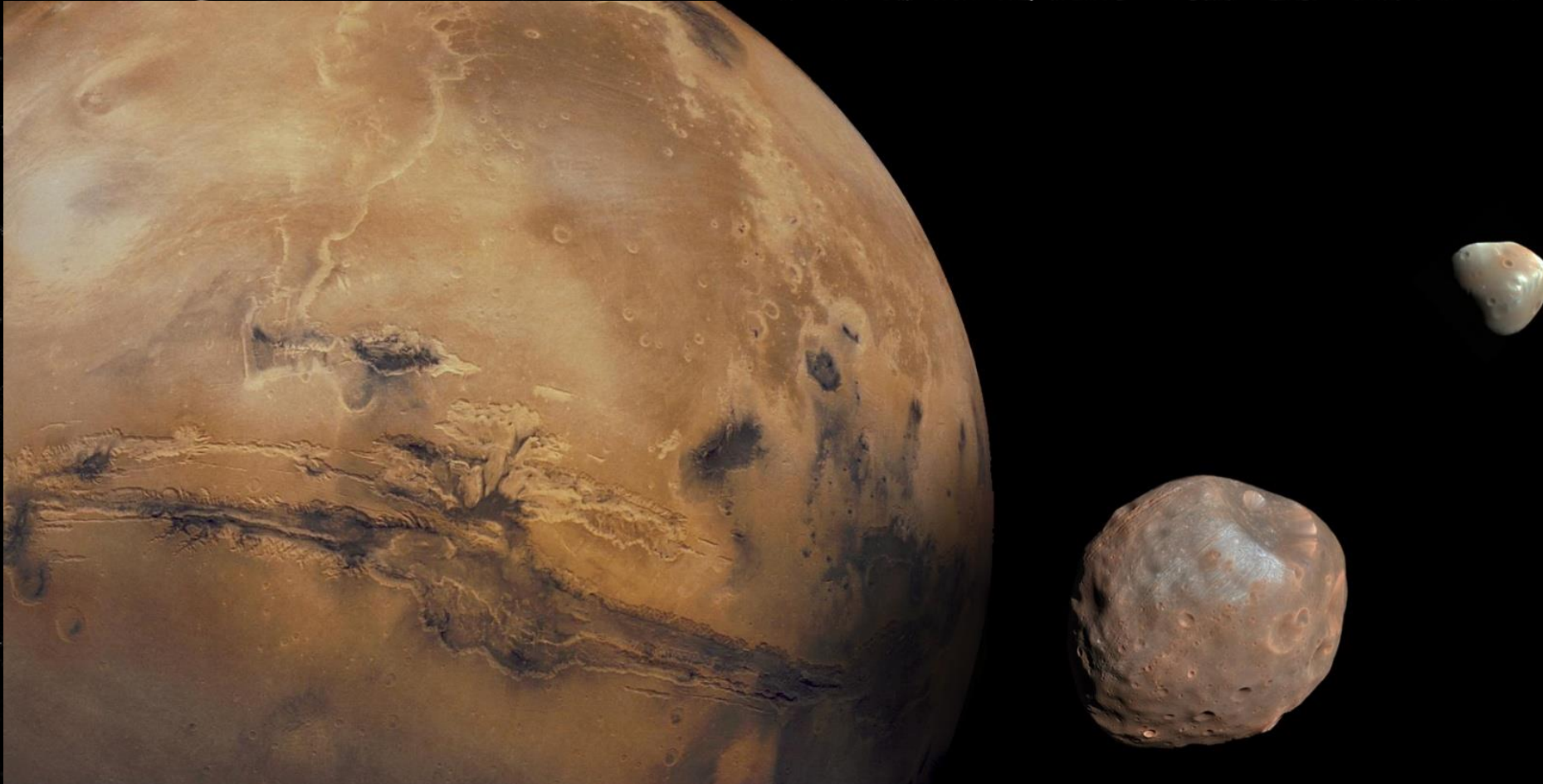


Valles Marineris à l'échelle des Etats Unis.



Phobos et Déimos les deux satellites naturels de Mars.

Phobos, D moyen 22 km se situe à 6000 km de Mars, il en fait le tour en 7h40. Il se rapproche de sa planète et pourrait s'y écraser dans 40 millions d'années.
Déimos, D moyen 12 km est à 25500 km d'altitude. Il s'éloigne de Mars.



Comment Phobos et Déimos se sont formés ?

Pendant plusieurs décennies 2 hypothèses se sont côtoyées.

La capture de 2 astéroïdes et la formation des 2 lunes avec les débris du choc d'un impact.
Les orbites de Phobos et Déimos étant quasi circulaire, la 2^{ième} hypothèse est la plus crédible.



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

