

# Actualités martiennes

## *Un lac martien*

*Basé sur un communiqué ESA*

Les traces d'un passé martien humide sont omniprésentes. Depuis l'espace, les sondes ont photographié des vallées asséchées et des déversoirs géants témoins de déluges inimaginables. À la surface, les atterrisseurs ont découvert des minéraux qui n'ont pu se former qu'en présence d'eau liquide. Mais le climat de la Planète rouge a beaucoup changé en 4,6 milliards d'années. Les conditions de température et de pression en surface y interdisent actuellement la présence d'eau liquide. Si elle existe, elle doit se trouver en profondeur.

Les premiers résultats de l'orbiteur Mars Express (une vénérable sonde âgée de quinze ans) indiquaient la présence de glace aux pôles, mélangée à des strates de poussière.

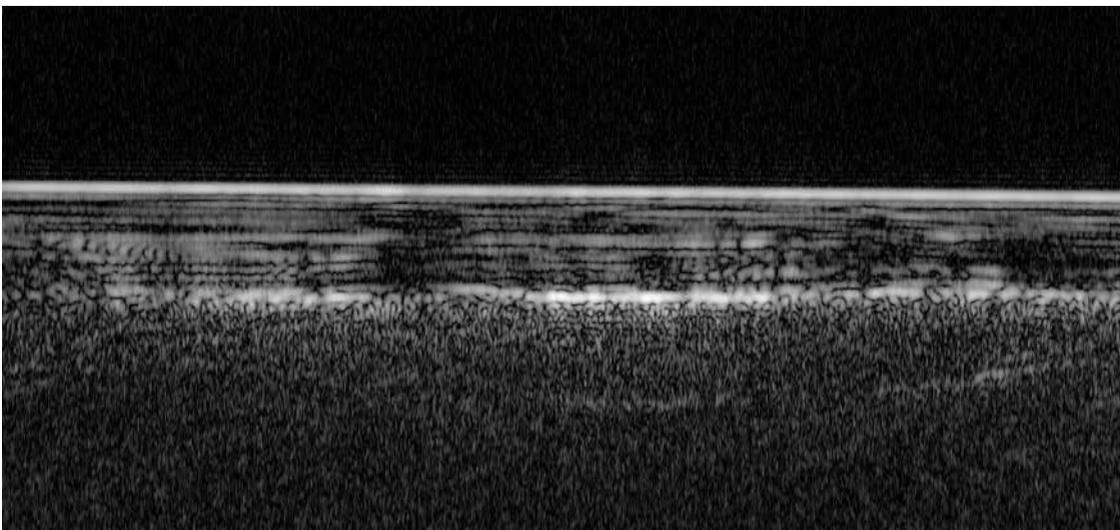
On a longtemps soupçonné qu'il pouvait y avoir de l'eau liquide sous les calottes polaires. La température de fusion de l'eau (ou de la glace) décroît avec la pression. La pré-

sence de sels diminue encore cette température et la glace pourrait donc fondre à une certaine profondeur dans le glacier polaire.

Les observations du radar MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding) de Mars Express ont permis de lever les doutes. De nouvelles techniques ont été mises au point pour obtenir un maximum de données à haute résolution.

*Exemple d'un profil radar obtenu lors d'une des 29 orbites passant au-dessus de la région polaire australe de 200 kilomètres étudiée par MARSIS.*

*La bande brillante supérieure est la surface glacée de Mars. La bande brillante en dessous de plusieurs strates montre une zone de 20 kilomètres bien définie et interprétée comme la surface d'une poche d'eau liquide. Elle est centrée sur les coordonnées 193°E/81°S et est visible dans les observations faites lors de toutes les orbites passant par là. (ESA/NASA/JPL/ASI/Univ. Rome)*





Ces investigations montrent que la calotte polaire sud consiste en de multiples couches de glace et de poussière jusqu'à une profondeur d'environ 1,5 kilomètre dans la zone de 200 kilomètres étudiée. En dessous, on voit une brillante réflexion radar s'étendant sur 20 kilomètres. Les scientifiques interprètent cette réflexion comme l'interface entre la glace et une zone stable, liquide, saturée de sédiments salés. Pour produire une réflexion aussi intense, il faut que la couche liquide ait au moins plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur.

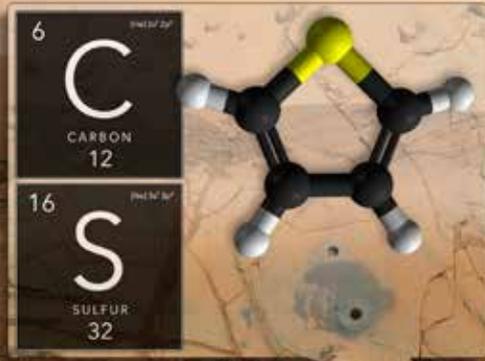
Cette découverte rappelle le lac Vostok découvert à 4 kilomètres de profondeur dans l'Antarctique. On sait que des microbes peuvent survivre dans de tels milieux, mais qu'en est-il des poches de saumure martiennes? La question de la vie martienne, présente ou future, reste donc ouverte.

*29 observations ont été faites par MARSIS entre 2012 et 2015 dans la région de Planum Australe au pôle sud de Mars. Un nouveau mode opérationnel avait été mis au point pour l'occasion afin d'améliorer la qualité des données.*

*La zone de 200 kilomètres étudiée est visible dans le panneau de gauche. L'image centrale montre l'empreinte radar des diverses orbites. L'arrière-plan en niveaux de gris est une image thermique due à Mars Odyssey.*

*Le code couleur utilisé pour les empreintes indique la puissance du signal réfléchi par les couches souterraines. La vaste région bleue près du centre marque la réflexion brillante vue lors des diverses orbites de Mars Express. Le panneau de droite montre à nouveau le profil radar d'une des orbites.*

*(NASA/Viking ; NASA/JPL-Caltech/Arizona State University ; ESA/NASA/JPL/ASI/Univ. Rome ; R. Orosei et al 2018)*



NASA

### ***Molécules organiques sur Mars***

Les dernières données recueillies par le rover Curiosity révèlent que le lac qui occupait le fond du cratère Gale il y a trois milliards et demi d'années contenait de « grosses » molécules organiques<sup>1</sup>. On en trouve la trace dans des rochers sulfurés provenant des sédiments du lac. Le soufre a pu contribuer comme agent « sacrificiel » à la préservation des molécules malgré la présence de produits javellisants comme des perchlorates, et l'action des rayonnements solaires. Le soufre est en effet plus sensible à l'oxydation que le carbone. Cette protection par le soufre se rencontre dans les gisements terrestres de schiste et de charbon, et elle est mise à profit dans les pneus de nos voitures.

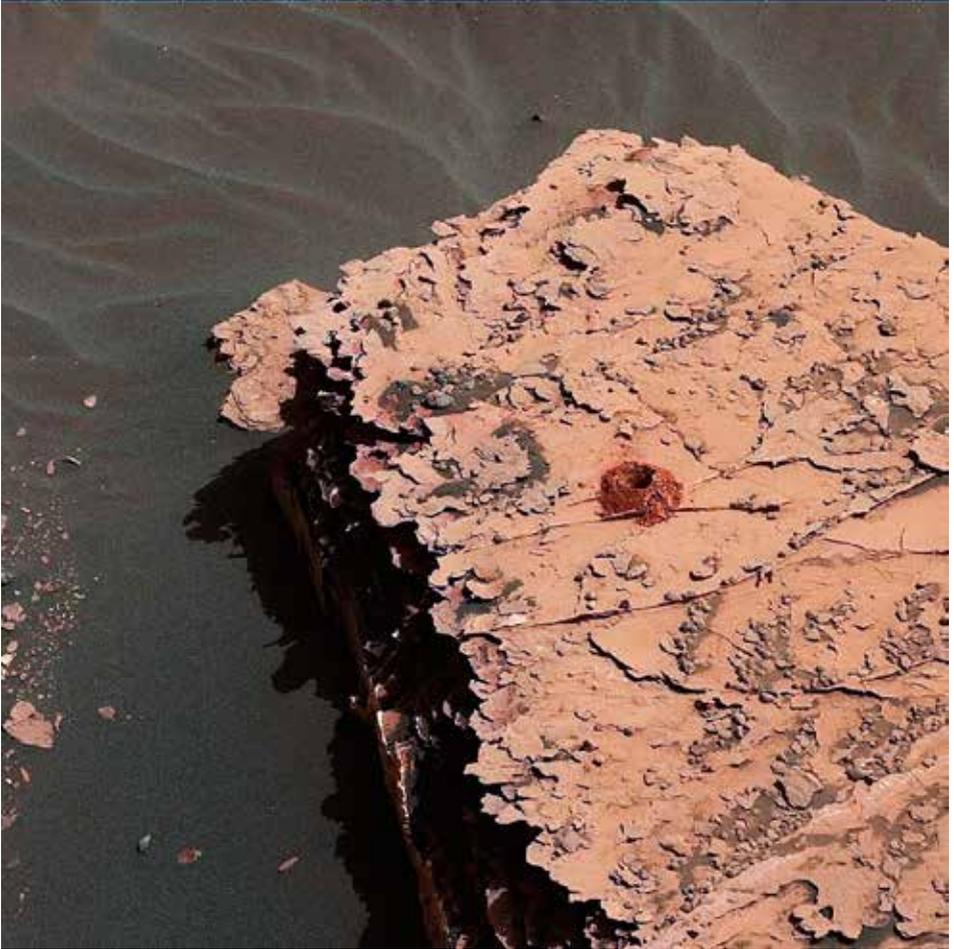
Depuis les années 70, avec les landers Viking, on avait des indices tendant à montrer

<sup>1</sup> Parmi ces molécules on a identifié du thiophène, du benzène, du toluène, et de courtes chaînes carbonées comme le propane et le butane.

la présence de telles molécules sur Mars, mais le chlore contenu dans les poussières rendait toute interprétation délicate. Cette fois-ci, les données de Curiosity semblent beaucoup plus robustes.

La présence de molécules organiques ne signifie pas nécessairement celle d'organismes vivants. On en trouve partout dans l'Univers et, dans le Système solaire, outre notre planète, on peut citer les comètes, les météorites, Titan. Des processus purement chimiques peuvent expliquer leur formation. La faible diversité et les caractéristiques simples de ces molécules ne conduisent pas à favoriser l'hypothèse biologique. Cette découverte montre au moins qu'il existe des endroits de la Planète rouge, en particulier dans le sous-sol, où les molécules organiques peuvent subsister.

Curiosity a aussi précisé le comportement du méthane, la plus simple des molécules organiques, dans l'atmosphère de Mars.



*Forage de 5 cm de profondeur fait par Curiosity dans un rocher martien. (NASA)*

En 2009 on avait découvert des émissions sporadiques de milliers de tonnes de méthane. Curiosity a montré que la concentration en méthane de l'atmosphère suit un rythme saisonnier, passant de 0,0002 ppm en hiver à 0,0006 ppm en été. Une telle variation est tout à fait inhabituelle sur Terre. La rencontrer sur Mars est très intrigant. Le méthane doit être continuellement régénéré car sa durée de vie dans l'atmosphère n'est que de quelques siècles. On imagine qu'il provient des profondeurs et que

son émission est contrôlée par les variations de température. En hiver les molécules seraient emprisonnées dans des cristaux de clathrates qui fondraient en été.

L'origine du méthane martien est encore inconnue : activité microbienne dans le sous-sol ? réactions chimiques de l'eau au contact

de roches ferreuses (serpentinisation), ou lent échappement d'anciennes réserves ?

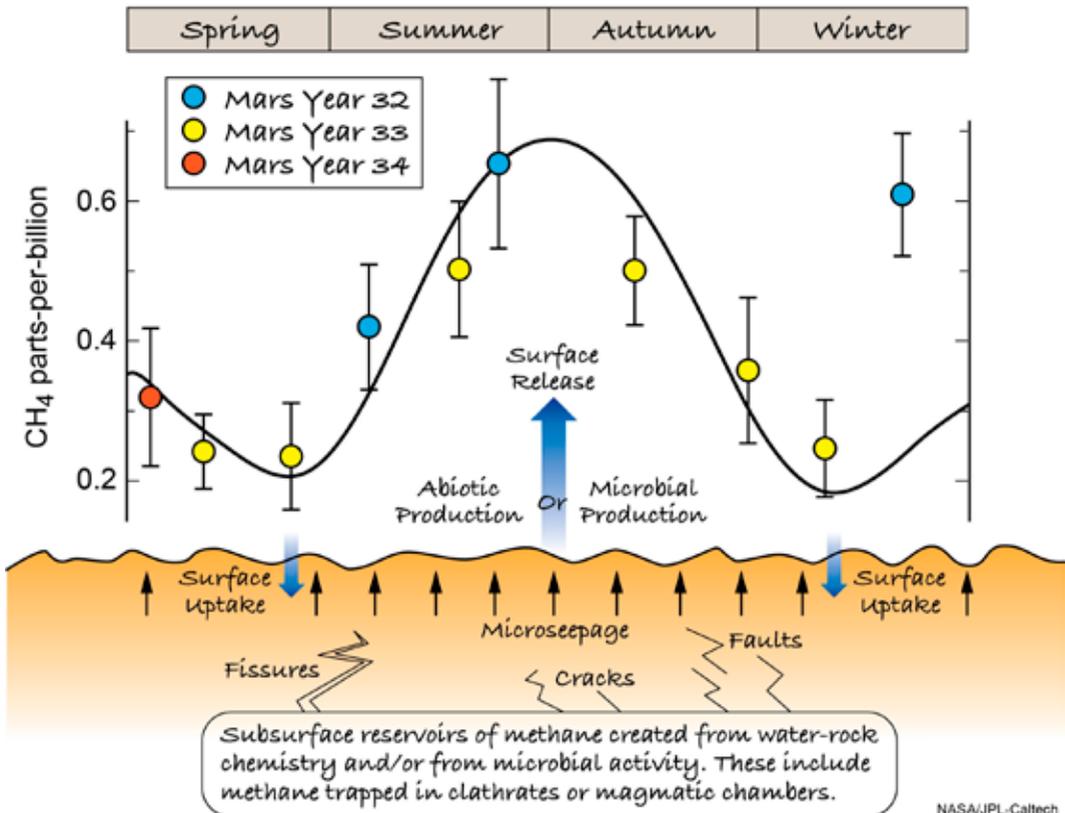
Par comparaison avec les réactions chimiques, la vie terrestre produit plus de méthane que d'éthane. La mesure de ce rapport sur Mars serait une première indication sur la nature biologique ou non du processus.

*Évolution du méthane au cours de l'année martienne (hémisphère nord).*  
(NASA / JPL-Caltech)

## Tempête sur Mars

Le mois de juin a vu le développement d'une tempête de sable sur la planète Mars, un phénomène qui parfois prend de l'ampleur et affecte tout le globe. C'était une mauvaise nouvelle pour les amateurs qui attendaient avec impatience la grande opposition de juillet : Mars au plus près de la Terre avec un diamètre apparent de 24,4 secondes – à peine moins que lors de l'opposition du siècle (et du millénaire) de 2003 où son diamètre avait atteint 25,1 secondes. Les sondes se trouvant sur Mars sont également affectées, et surtout

## Curiosity Discovers Seasonal Cycle in Mars Methane



Opportunity située dès le début au cœur de la tempête dès son apparition et qui compte sur des panneaux solaires pour lui fournir de l'énergie. La sonde est actuellement en hibernation et ses panneaux recouverts de poussière ne lui donneront qu'une puissance médiocre à son réveil. La poussière atmosphérique a un effet positif : elle rend l'atmosphère plus isolante ce qui évite à la sonde de se refroidir dangereusement. Les scientifiques estiment que l'atmosphère sera redevenue suffisamment claire en septembre pour qu'Opportunity reprenne ses activités. On espère qu'un coup de vent nettoiera les panneaux mais ces rafales sont rares et imprévisibles.

De l'autre côté de Mars, le rover Curiosity n'a pas les mêmes problèmes : ses batteries nucléaires ne sont pas affectées et elles lui permettent de fonctionner jour et nuit, été comme hiver. Un peu préservée au début,

Curiosity a rapidement été plongée dans la tempête lorsque celle-ci s'est étendue pour devenir globale. Il faut bien sûr s'accommoder de la présence de poussière, augmenter les temps de pose, tourner la caméra vers le bas quand elle est au repos pour éviter les dépôts sur l'optique.

***Cet auto-portrait du rover martien Curiosity est composé d'images prises le 15 juin (sol 2082) avec la caméra MAHLI (Mars Hand Lens Imager) montée sur un bras. Le rover est au site « Duluth » au bas du Mont Sharp. Au loin, le mur nord-nord-est et le bord du cratère sont obscurcis par la poussière. Le rocher au centre de l'image, percé d'un trou foré aux fins d'échantillon, est vu en gros plan à la page 424. (NASA/JPL-Caltech/MSSS)***

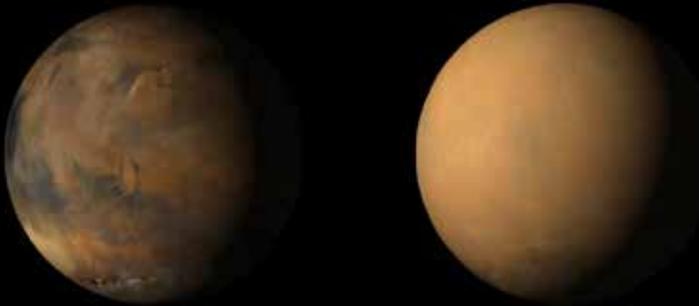




*Simulation de l'assombrissement du ciel depuis le site d'Opportunity en juin (opacités respectives de 1, 3, 5, 7, 9, 11). Le panneau de gauche montre un ciel brillant en milieu d'après-midi.  
(NASA/JPL-Caltech/TAMU)*

Avec Curiosity et les sondes actuellement en orbite (Mars Reconnaissance Orbiter, Mars Odyssey, Mars Atmosphere and Volatile Evolution) on a ainsi l'occasion d'étudier in situ et depuis l'espace le développement de la tempête, de comprendre pourquoi certaines deviennent massives et durent des mois alors que d'autres restent limitées et s'éteignent en quelques jours. Cette occasion est unique, la tempête précédente de cette magnitude datant de 2007, cinq ans avant Curiosity.

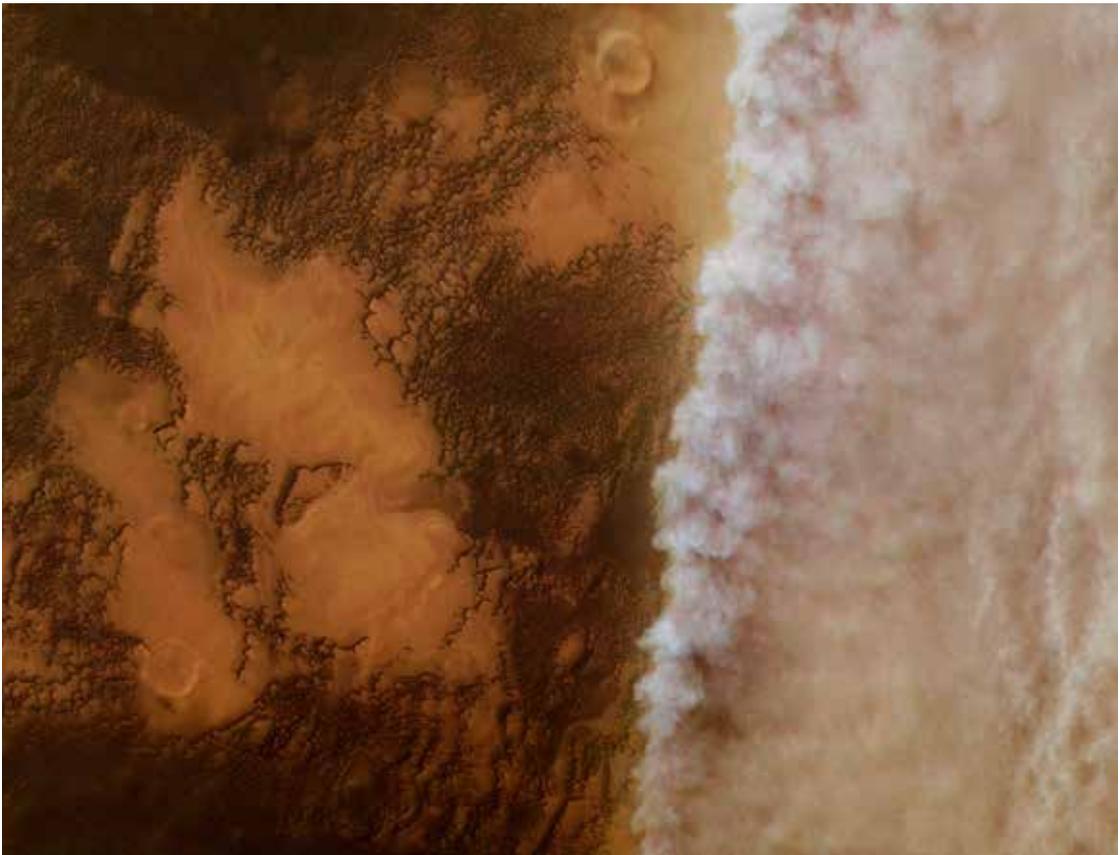
Les tempêtes martiennes sont assez fréquentes, surtout dans le printemps et l'hiver austraux, lorsque la



*Vues de Mars par la sonde MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) avant et pendant la tempête de sable.  
À gauche, sur l'image prise en mai, on peut distinguer Valles Marineris à gauche, Meridiani au centre, une tempête de sable automnale sur Acidalia (en haut) et la calotte polaire australe de printemps (en bas). La vue de juillet est de la même région mais on n'y distingue quasiment plus rien.  
(NASA/JPL-Caltech/MSSS)*

planète est proche du périhélie. L'atmosphère se réchauffe. les vents engendrés par de grands contrastes de température entraînent les fines poussières alors que l'évaporation de la glace carbonique polaire augmente la pression atmosphérique. Les nuées de poussière peuvent être soulevées jusqu'à 60 kilomètres d'altitude. La Terre ne connaît pas de tempêtes de sable globales. Parmi les conditions qui empêchent leur développement on peut citer la structure de l'atmosphère, beaucoup plus dense, et la forte pesanteur qui fait se déposer la poussière. La végétation joue un grand rôle en fixant le sol et en freinant le vent. Enfin, la pluie lave l'atmosphère de ses particules.

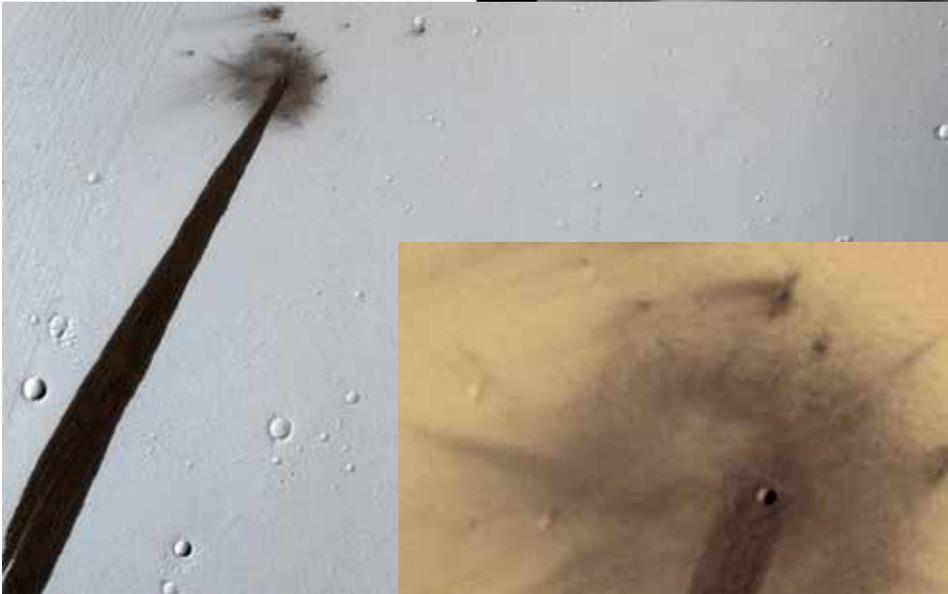
***La plupart des tempêtes martiennes restent limitées, comme celle-ci, photographiée en avril par la sonde Mars Express non loin de la calotte polaire boréale. Les poussières soulevées ont des dimensions de l'ordre de 10 microns. Elles forment des nuées impressionnantes mais sont de puissance beaucoup plus faible que les ouragans terrestres. La pression martienne est en effet cent fois plus faible que chez nous et la vitesse des vents y est moindre.  
(ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO)***



## ***Avalanche sur Mars***

L'impact récent d'une météorite sur le flanc d'une colline martienne a créé un nouveau cratère de 5 mètres de diamètre et provoqué une avalanche de poussière s'étendant sur un kilomètre. Sur l'image prise par le MRO, on devine les traces d'une ancienne coulée parallèle à la nouvelle.

***La traînée sombre de poussières sèches a été photographiée par la caméra HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment) du MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). (NASA/JPL/University of Arizona)***



## ***Medusae Fossae***

D'où viennent toutes ces poussières que soulèvent parfois les vents martiens et qui peuvent envelopper la planète comme ces derniers mois, empêchant les amateurs de profiter d'un rapprochement éphémère et gênant les missions spatiales? On estime que trois millions de tonnes de poussière passent dans l'atmosphère et retombent chaque année.

Les astronomes pensent avoir identifié la source principale : Medusae Fossae, une série d'entailles situées dans le quadrangle de Memnonia, au sud d'Amazonis Planitia, près du cratère Nicholson.<sup>1</sup> Mars serait beaucoup moins poussiéreuse sans l'érosion graduelle de cette zone.

Pour arriver à cette conclusion les scientifiques ont étudié une empreinte chimique de la poussière – le rapport soufre-chlore – en différents sites. À leur grande surprise, cette empreinte était la même partout. Ils ont alors cherché des roches qui auraient la même empreinte chimique. La meilleure correspondance a été trouvée dans Medusae Fossae, une région que l'on pense être d'origine volcanique et datant d'environ trois milliards d'années. L'érosion éolienne a entaillé et continué de creuser sa surface. En même temps elle a réduit la taille de la formation,



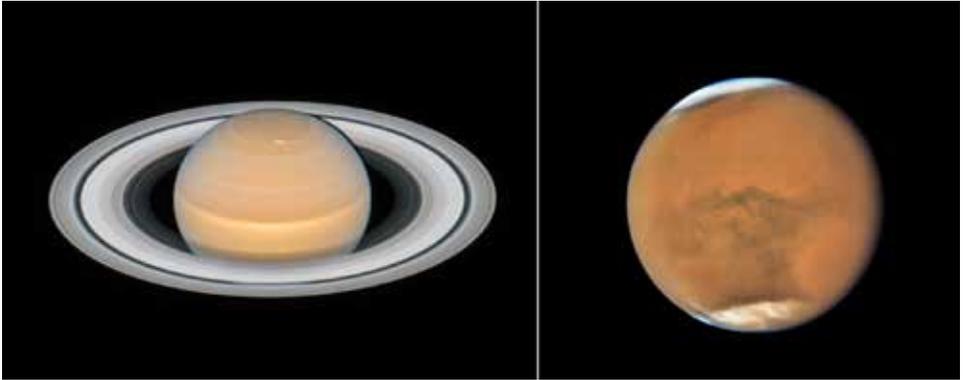
---

<sup>1</sup> Medusae Fossae a donné son nom à une région bien plus vaste, la « Formation de Medusae Fossae » située dans les quadrangles d'Elysium, d'Aeolis, de Memnonia et d'Amazonis.

passant des dimensions des États-Unis à environ un millier de kilomètres. Ce processus a formé assez de poussière pour recouvrir la planète d'une couche de 2 à 12 mètres d'épaisseur – une estimation en accord avec les mesures faites en plusieurs régions et qui conduisent à une valeur de 3 mètres.



*Medusae Fossae vue par MRO (Mars Reconnaissance Orbiter).  
Les roches sont en gris et la poussière en bleu.  
(NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)*



*Saturne et Mars photographiées avec le télescope spatial Hubble aux environs de leurs oppositions respectives, en juin et juillet 2018.*

*(NASA, ESA, A. Simon, GSFC, OPAL; J. DePasquale; STScI)*

## Oppositions

Mars est passée au plus près de la Terre cet été, un mois après Saturne. Dans le carrousel du Système solaire, les planètes se dépassent régulièrement au rythme des « périodes synodiques ». Les oppositions de Mars se succèdent ainsi en moyenne tous les 780 jours, soit environ tous les deux ans. Toutefois, les caractéristiques orbitales font que les oppositions martiennes ne sont pas toutes aussi favorables à l’observation de la Planète rouge. Cette année, la distance entre les deux planètes était très petite, 57,6 millions de kilomètres, pratiquement le minimum possible. Il faudra attendre l’an 2287 pour faire mieux.

En mars 2003, cette distance était inférieure de deux millions de kilomètres, un record depuis 57 617 av. J.-C. Lors de l’opposition de mars 2012, cette distance s’élevait à 101 millions de kilomètres et à la dernière, en mai 2016, à 76 millions de kilomètres. La prochaine opposition, en octobre 2020, ne sera pas trop mauvaise, avec une distance de 62 millions de kilomètres. Il faudra en profiter car les suivantes seront nettement moins bonnes.

Saturne, avec une période synodique de 378 jours, montre plus de régularité dans ses oppositions avec une distance minimale ne variant que d’une dizaine de pour cent. Pour l’observateur, l’angle de vue des anneaux et la hauteur sur l’horizon sont des facteurs plus importants pour mesurer la qualité des oppositions de Saturne.

### Période synodique

La période synodique peut se calculer facilement si l’on assimile les orbites à des cercles parcourus à vitesse constante.

Soit  $P_T$  la période sidérale de la Terre,  $P_p$  la période sidérale d’une planète supérieure et  $P$  sa période synodique. Entre deux oppositions la Terre fait  $x$  tours, tandis que la planète en fait un de moins. On a donc

$$x P_T = (x-1) P_p$$

d’où l’on tire

$$x = P_p / (P_p - P_T)$$

La période synodique est  $x P_T$ , soit :

$$P = P_p P_T / (P_p - P_T)$$

En prenant 365,25 et 687 jours pour les périodes sidérales de la Terre et de Mars on trouve bien 780 jours pour la période synodique de Mars.

Le terme synodique provient des mots grecs « syn » (avec) et « hodos » (chemin) et signifie donc qui se retrouve sur le même chemin.