

Du volcanisme actif sur Mars ?

La région d'*Elysium Planitia* (figure 1), dans l'hémisphère nord, est l'une des plus jeunes sur Mars. On compte sur cette plaine très peu de cratères d'impact et dans les vallées qui la découpent ont coulé de l'eau et de la lave. Au nord-ouest se trouve l'un des plus grands volcans de la planète : *Elysium Mons*. A l'est de ce volcan des failles en extension (failles normales) de direction ouest-nord-ouest/est-sud-est délimitent des fossés d'effondrement (grabens) baptisés *Cerberus Fossae* (figure 2).

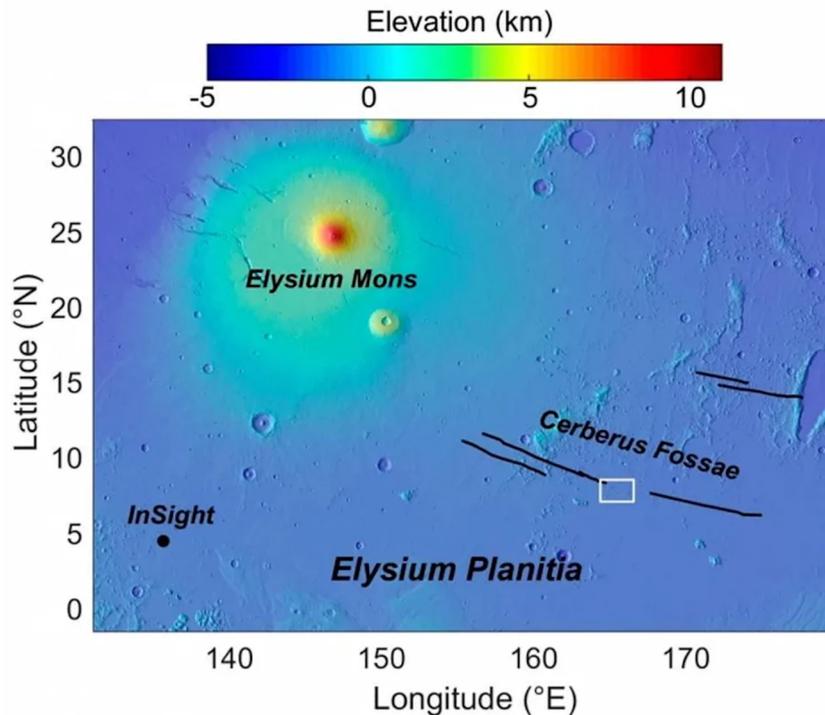
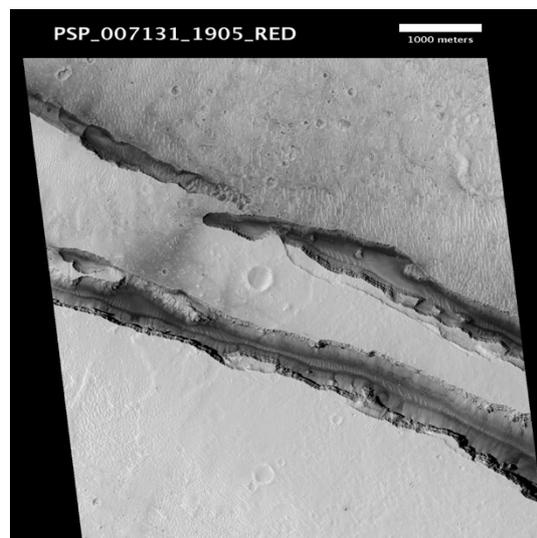


Figure 1 : région d'*Elysium Mons*, *Elysium Planitia* et *Cerberus Fossae* montrant la zone étudiée (rectangle blanc, voir fig. 5) par David G. Horvath et al. (2020) et la position de la sonde *InSight* équipée du sismomètre SEIS



NASA / JPL / University of Arizona

Figure 2 : une partie de *Cerberus Fossae*

La vallée d'Athabasca (figure 3) prend naissance au niveau de l'un de ces fossés et descend vers le sud-ouest. Elle montre des traces d'érosion qui peuvent être dues selon les auteurs à l'écoulement d'eau ou de lave, voire les deux alternativement. Certains considèrent que la glace contenue dans le sous-sol a été réchauffée par la montée de magma et que l'eau a coulé et creusé la vallée. D'autres pensent que de la lave très fluide s'est échappée en grande quantité pour arriver au même résultat. Le débat n'est toujours pas clos. Quoiqu'il en soit, ce qui est sorti du fossé s'est répandu au sud sur une grande surface et... il y a peu de temps. En effet, dans la plaine d'*Elysium* les coulées de lave seraient d'un âge inférieur à 20 millions d'années (Ma) , tandis que dans la vallée d'Athabasca il serait même de 2,5 Ma... autant dire hier !

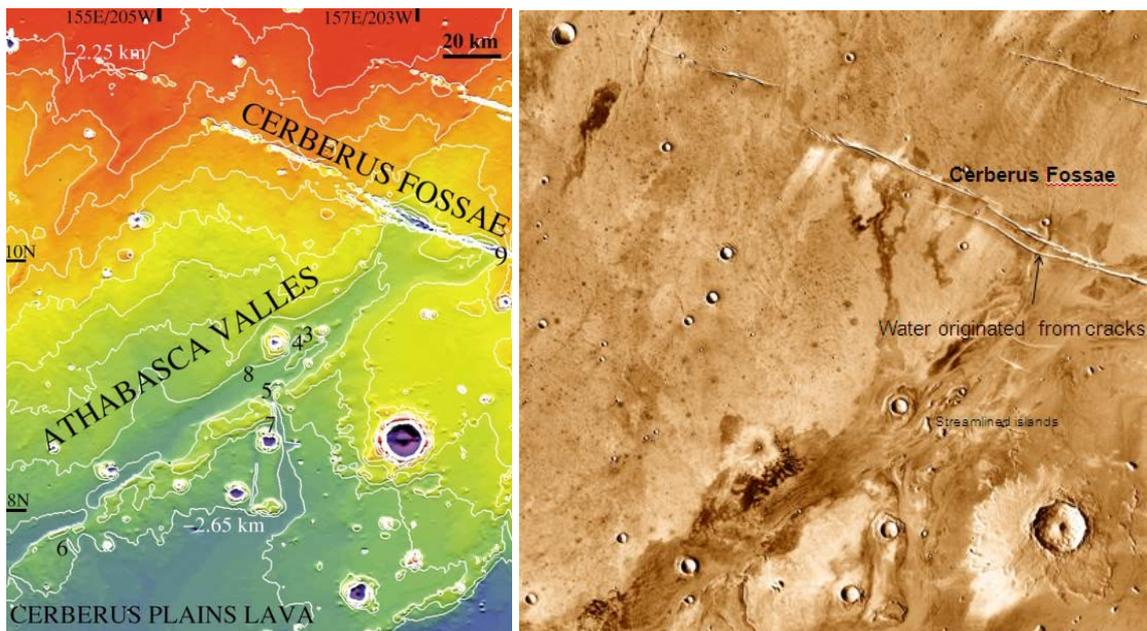
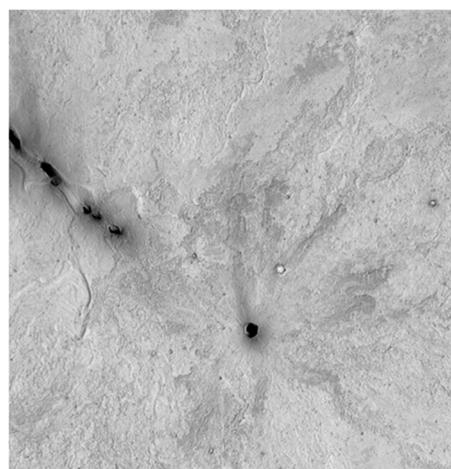


Figure 3 : à gauche, topographie de la vallée d'Athabasca (Devon Burr, 2003) ; à droite, image de la même région montrant les écoulements (teintes foncées) vers le sud-ouest à partir du fossé de *Cerberus* (NASA/JPL/ASU, *Mars Odyssey*, instrument THEMIS)

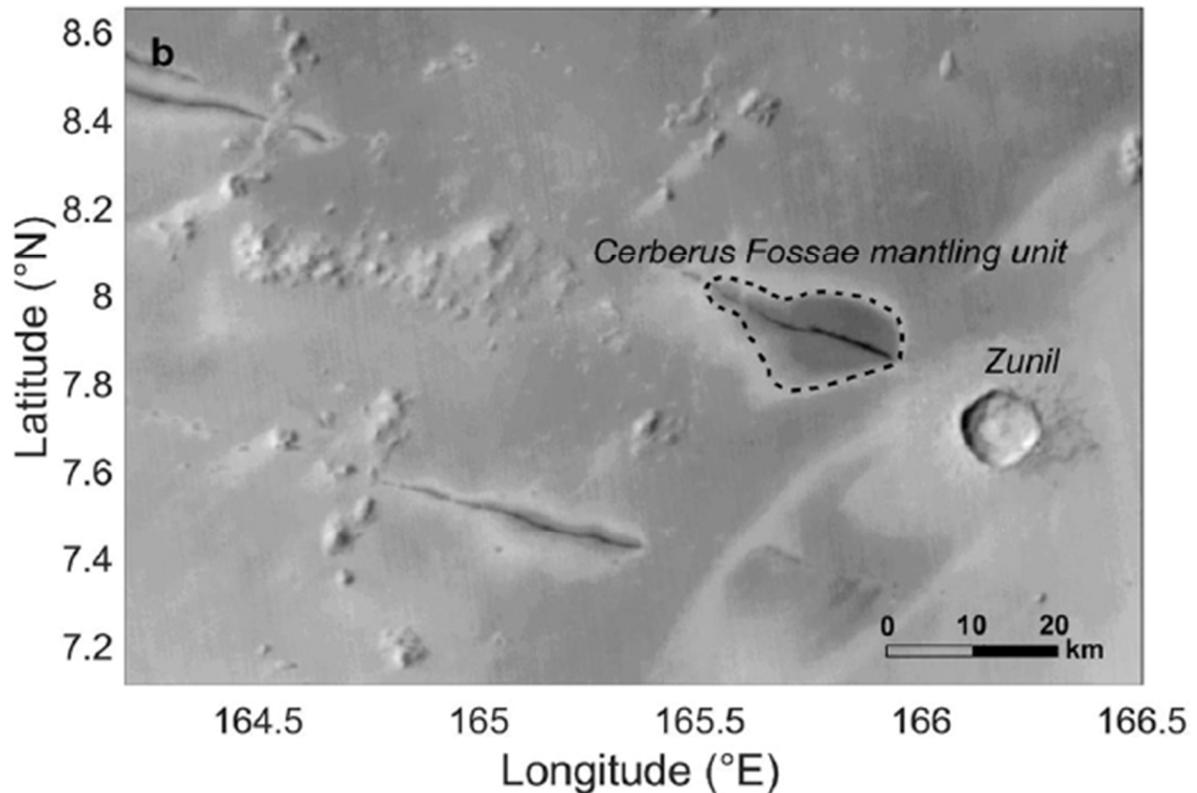


NASA/JPL/Arizona University

Figure 4 : Petit volcan entouré de coulées de lave dans le prolongement de l'un des fossés de *Cerberus*

La photo de la figure 4 nous montre un petit cratère volcanique entouré de ses coulées de lave. Il est dans le prolongement du fossé et indique que le magma était présent à faible profondeur dans le secteur. La lave qui s'est écoulee de ce volcan était fluide et devait être du basalte. Ceci nous indique que le long des fossés les éruptions peuvent être localisées.

En novembre 2020, David G. Horvath et ses collaborateurs se sont intéressés à une partie de *Cerberus Fossae* autour de laquelle une teinte sombre apparaît (figure 5). De quoi s'agit-il ?



NASA/JPL/MSSS in D. Horvath et al. (2021)

Figure 5 : un des fossés dans la plaine d'*Elysium* de part et d'autre duquel se sont répandus des dépôts sombres. En bas à droite le cratère d'impact Zunil âgé de 0,1 à 1 Ma.

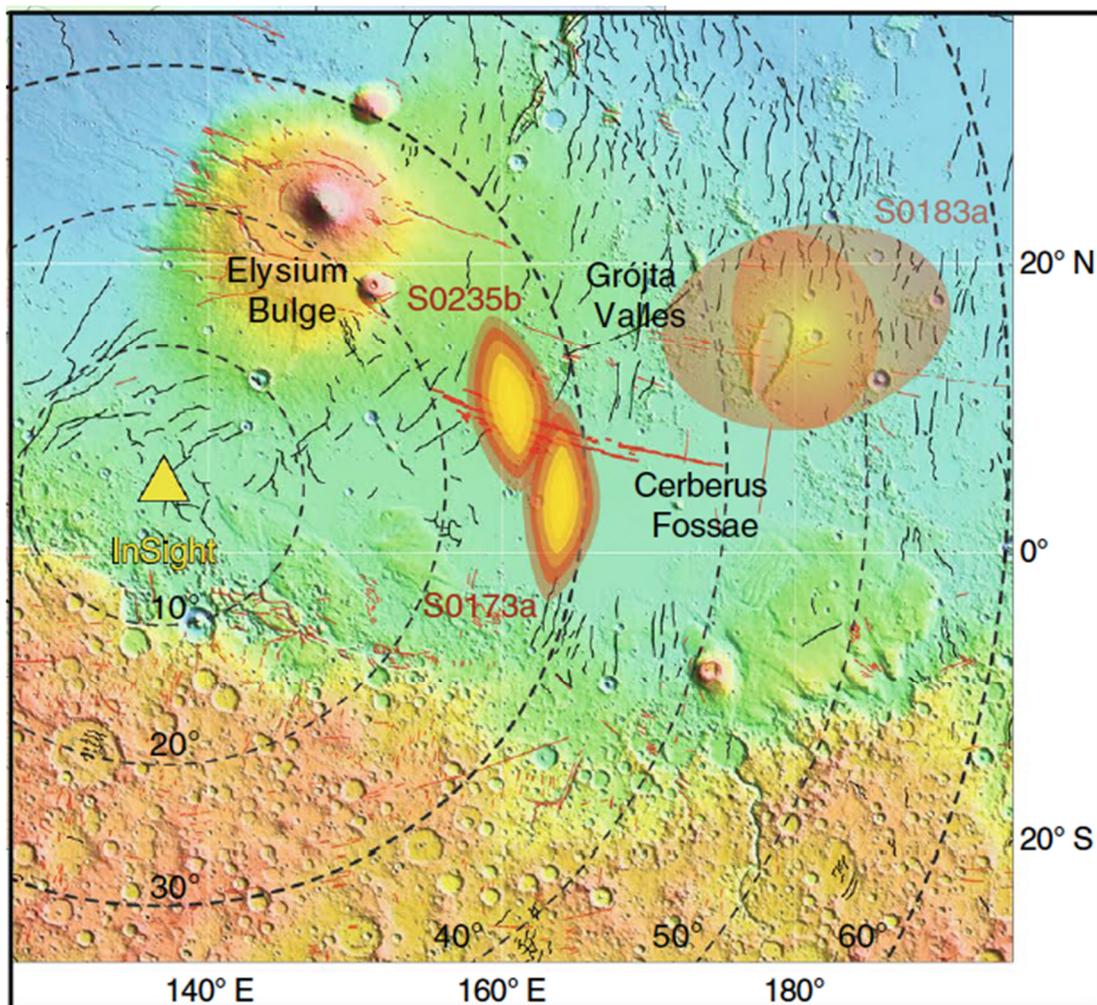
Pour répondre à cette question il faut considérer ce qui se passe sur Terre lors des éruptions fissurales. Ce sont des manifestations volcaniques qui se produisent le long de fissures de la croûte terrestre comme on en observe à Hawaï ou, plus proche de nous, en Islande. C'est ce qu'on appelle des fontaines de lave. Cette lave est projetée en l'air et se fragmente en petits morceaux qui se répandent de part et d'autre, recouvrant le sol d'une couche plus ou moins épaisse selon la quantité de lave émise et la durée de l'éruption. Ces dépôts sont baptisés téphras (du grec τέφρα = cendre) et appartiennent au groupe des roches pyroclastiques (du grec πῦρ = feu et κλαστός = brisé) ou pyroclastites.

Alors, cette teinte sombre de la figure 5 est-elle due à des dépôts pyroclastiques ? Pour le savoir il est nécessaire de connaître la composition des roches à l'endroit où cette teinte se manifeste. D. Horvath et ses collaborateurs ont utilisé les données d'une sonde en orbite autour de Mars pour le savoir. Le résultat : ces roches sont riches en pyroxènes riches en calcium qui sont des minéraux présents dans les basaltes. Ce pourrait donc être des téphras

projetés lors de l'éruption d'une fontaine de lave dans le fossé. L'équipe de chercheurs est même allée jusqu'à évaluer le volume de ces hypothétiques dépôts pyroclastiques ainsi que leur âge. Ce dernier est spectaculairement jeune : 22 000 à 222 000 ans !

L'éruption qui a donné naissance à ces téphras serait contemporaine de l'humanité. Mais les datations sur Mars sont obtenues grâce au comptage des cratères d'impact qui n'est pas une méthode d'une précision absolue. Il faudrait un autre argument pour étayer cet âge très récent. Cet argument a été fourni par SEIS.

D. Giardini et ses collaborateurs qui travaillent sur les données du sismographe ultra-sensible SEIS qui équipe la sonde *InSight* et qui a été conçu en France, ont publié en 2020 un article sur la sismicité de Mars. Outre des renseignements inédits concernant la structure interne de la planète, ces chercheurs ont localisé approximativement les épicentres de trois séismes ; ceux-ci se trouvent sur ou à proximité des fossés de *Cerberus* (figure 6).



Giardini, Domenico and Lognonné, Philippe and Banerdt, William Bruce... [et al.] The seismicity of Mars. (2020), Nature Geoscience, 13 (3). 205-212. ISSN 1752-0894

Figure 6 : carte de répartition des épicentres de trois séismes enregistrés par SEIS. Triangle jaune : emplacement du sismomètre. Traits rouges : failles extensives ; traits noirs : failles compressives.

Ces « tremblements de Mars » de magnitudes assez faibles (inférieures à 4) montrent cependant que Mars n'est pas endormie. Des mouvements de magma à l'intérieur de la croûte

sous *Cerberus Fossae* ou de petits mouvements le long des failles qui limitent ces fossés et qui permettent la remontée du magma pourraient les expliquer.

La conjonction de tous ces faits ajoutés à l'âge très récent des terrains volcaniques de la région est en faveur de l'hypothèse d'un volcanisme actif aujourd'hui sur Mars. Il ne nous reste plus qu'à attendre la prochaine éruption pour en être certains.