

Les véritables pentes martiennes (2)

Dans un précédent bulletin (Octobre 2005) nous avons abordé la question des pentes martiennes, souvent exagérées sur certaines images où les hauteurs sont amplifiées par rapport aux dimensions horizontales afin de constituer des présentations plus spectaculaires. Ainsi les pentes vertigineuses de la caldeira du volcan Olympus Mons ne font que 30 degrés, ce qui sur 3 km de haut est tout de même très impressionnant. La « falaise » de 5 km de haut qui délimite le même Olympus Mons n'est qu'une pente de 20 degrés. En général, il semble que de nombreuses pentes « importantes » soient dans la gamme des 30 degrés ce qui est bien normal puisque la limite d'éboulis est, comme sur Terre, de 34 degrés. Une pente plus forte a tendance à se dégrader progressivement dans le temps en pente à inclinaison à la limite d'éboulis ou à un angle encore plus faible.

De nouvelles images

Depuis quelques mois de nouvelles images sont disponibles, en particulier grâce à Mars Reconnaissance Orbiter qui autorise des photos à résolution décimétrique et aussi grâce à l'inoxidable rover US, Opportunity, parvenu au bord d'un

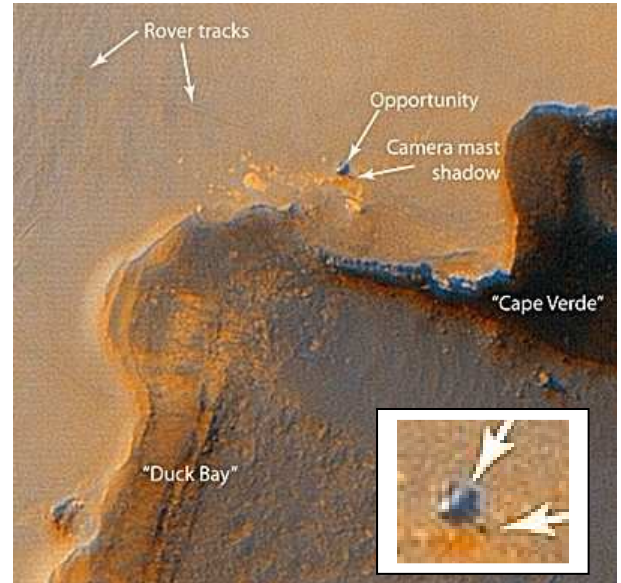


Spirit au bord du cratère Victoria. Cette image a été prise par le rover avant qu'il ne s'aventure sur le promontoire désigné Cape Verde où la NASA a surimposé son image, ce qui permet de se faire une idée de la hauteur de la petite falaise. Spirit mesure 1,58 m de haut et la falaise à droite est verticale sur 5,5 m. (doc. NASA)

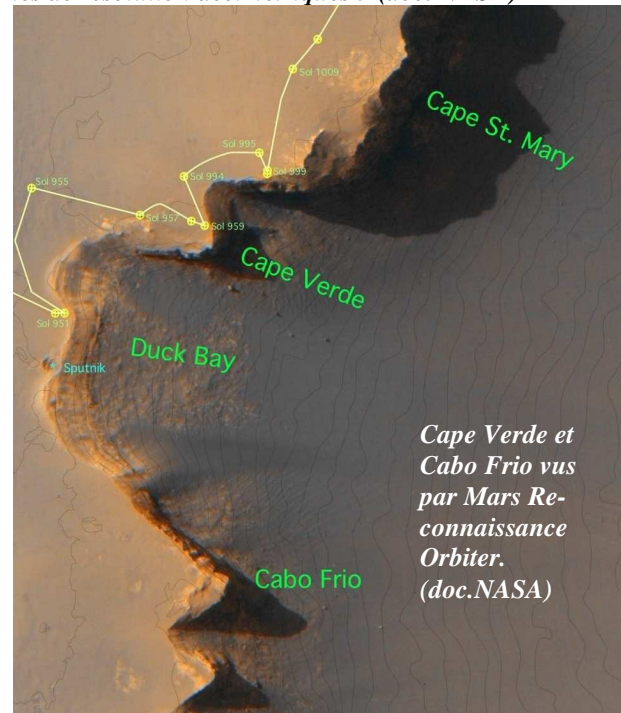


A son arrivée sur Victoria, Spirit a aussi transmis une image de cette falaise (Cabo Frio) apparemment plus élevée que Cape Verde. D'après les indications de la NASA, le dénivelé entre le plateau et le bas de la pente visible à gauche serait de 20 m et la partie quasi verticale mesure 15 m. Les images d'un essai du Véhicule de Reconnaissance de Paroi de l'association Planète Mars ont été reportées à l'échelle sur cette falaise. (doc. NASA et équipe MDRS 43)

cratère météoritique plus important que ceux visités auparavant. Ainsi de nouveaux paysages de Mars continuent à se révéler montrant en particulier quelques pentes abruptes. Par exemple les parties quasi verticales des bords du cratère Victoria avoisinent ou dépassent la dizaine de mètres de hauteur.



Mars Reconnaissance Orbiter a photographié Opportunity au bord de Cape Verde, démontrant ses capacités de résolution décimétriques. (doc. NASA)



Cape Verde et Cabo Frio vus par Mars Reconnaissance Orbiter. (doc. NASA)

L'apport de Mars Reconnaissance Orbiter

La caméra HiRISE de Mars Reconnaissance Orbiter transmet depuis l'automne 2006 des images du sol martien avec une résolution décimétrique.

Outre des vues des différents engins présents sur Mars (les rovers Spirit et Opportunity mais aussi les Viking et Mars Pathfinder), cette caméra nous fait découvrir un peu plus les reliefs des paysages martiens. Une image des couches sédimentaires présentes dans le fond du cratère Becquerel, dans Arabia Terra, montre des escarpements quasi verticaux d'une dizaine de mètres de hauteur.



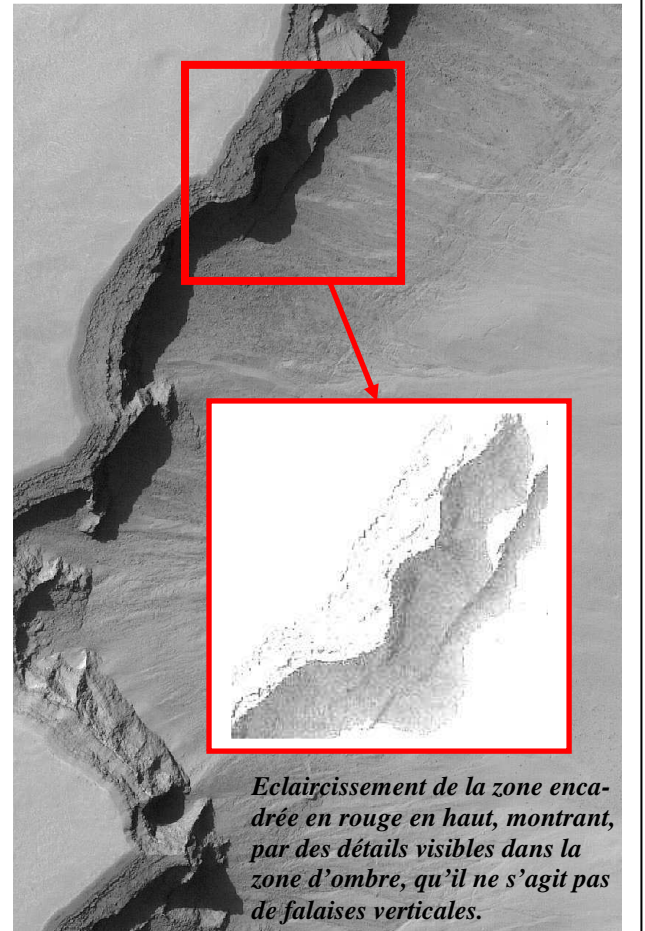
Détail d'une vue du fond du cratère Becquerel transmise par la caméra HiRISE de Mars Reconnaissance Orbiter. On y voit en haut une mesa (table de roches) dont les dimensions caractéristiques peuvent être déduites des informations fournies sur la prise de vue : un pixel mesure 28 cm et le soleil est à 43 degrés au dessus de l'horizon. (doc. NASA/JPL/UofA).



Ci dessus la mesa est montrée en limite de résolution ; la principale faille qui zigzague à son sommet mesure deux pixels de large soit 60 cm. La hauteur de la mesa est de 12 m. Les bords en haut et en bas de l'ombre, quasi parallèles, montrent que les parois sont pratiquement verticales. Une mesure plus précise donne 85 degrés. (doc. NASA/JPL/UofA)

Et toujours Mars Global Surveyor

Mars Global Surveyor, avant sa défaillance définitive de l'automne dernier, a transmis une magnifique image d'escarpement (voir ci après) qui a été présentée sur le site de l'association dans la rubrique « les images de la semaine » par Gilles Dawidowicz. Les ombres portées y suggèrent de fortes pentes voire des surplombs. Néanmoins le site NASA sur lequel elle est accessible ne donne pas suffisamment d'indications pour chiffrer les pentes. Dans le tiers inférieur gauche, la pente est entièrement éclairée par le soleil et on n'y trouve pas d'indications de verticalité comme le laisseraient croire les ombres projetées dans la partie haute du cliché. Or il est fort probable que l'ensemble de cet escarpement ait la même allure. L'éclaircissement des ombres de la partie supérieure permet d'ailleurs de voir la pente cachée dans l'ombre et semble bien démontrer que la pente est juste supérieure à l'inclinaison du soleil mais n'est pas spécialement verticale ni en surplomb.

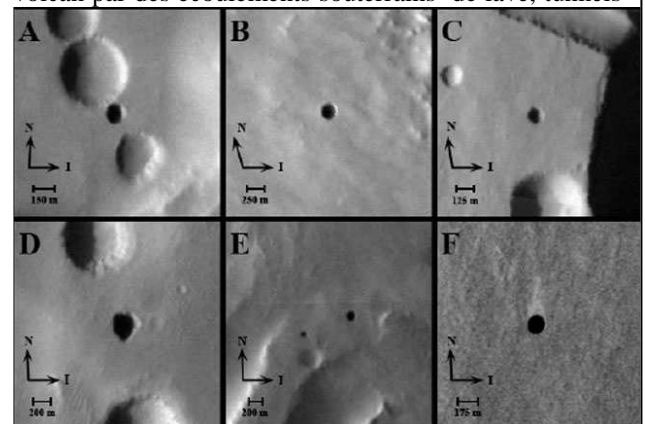


Eclaircissement de la zone encadrée en rouge en haut, montrant, par des détails visibles dans la zone d'ombre, qu'il ne s'agit pas de falaises verticales.

(doc. NASA/JPL/Malin Space Science Systems)

Des grottes sur Mars ?

Le 29 mars 2007 des chercheurs de la Northern Arizona University ont annoncé la découverte, sur des photos Themis de Mars Odyssey, de grottes ou plutôt de puits sur les flancs du Volcan Arsia Mons qui présentent vraisemblablement des pentes importantes voire supérieures à la verticale (surplombs). Ces structures circulaires ont un diamètre de 100 à 250 m et une profondeur probable de l'ordre de 150 m. S'agit-il de puits d'effondrement de plafonds de « tubes de laves » c'est à dire de tunnels parcouru lors des phases éruptives du volcan par des écoulements souterrains de lave, tunnels



Les sept puits détectés sur les flancs du Volcan Arsia Mons et dénommés Dena, Chloe, Wendy, Annie, Abbey, Nikki et Jeanne. Une autre photo de Dena a permis de voir le fond et de le situer à 130 m. Les photos Themis ci dessus ont été prise sous un éclairage solaire à moins de 28,5 ° au dessus de l'horizon. Voir par ailleurs une vue de détail de Jeanne à la rubrique « image du trimestre ». (doc. NASA)

qui se vident lorsque l'éruption s'achève ? On connaît sur Terre ce genre de configuration. Mais sur Mars les trous observés sont isolés alors qu'un tube de lave partiellement effondré se traduit en surface par des trous ou effondrements alignés. En l'occurrence sur Arsia Mons il s'agirait, selon Charles Frankel, plutôt d'effondrements sur des fissures éruptives ou d'explosions phréatiques (brusque vaporisation de poches d'eau).



Un puits communiquant avec un tunnel de lave sur Terre (Orégon) vu de l'intérieur. (doc. Gus

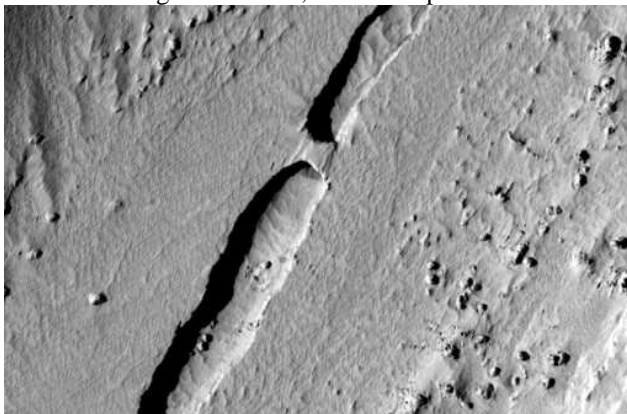
CREDIT: GUS FREDERICK



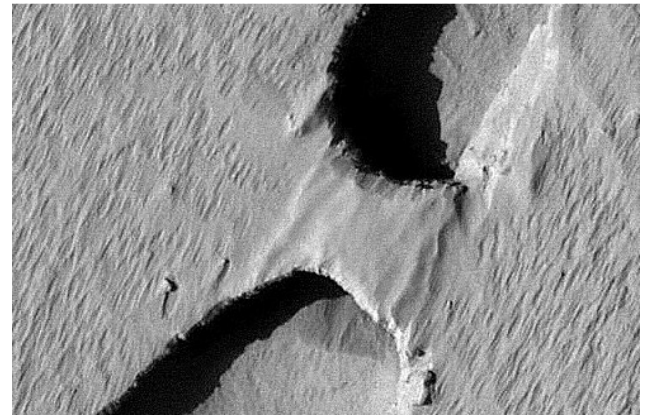
Charles Frankel et ses collègues, lors d'un tournage de film sur l'exploration de la planète Mars fin 2002, devant l'orifice d'un tunnel de lave sur les flancs du Piton de la Fournaise (Ile de la Réunion). (doc. C. Frankel)

Une arche de roches

On a identifié sur Mars (comme sur la Lune) de véritables tunnels de lave. Le plafond de tels tunnels finit par s'effondrer et vu de l'espace ces tunnels se présentent alors comme des canaux serpentiformes. La caméra HIRISE de Mars Reconnaissance Orbiter a même montré dans un tel canal, dans la région de Tartarus Colles, ce qui est probablement une grande arche, reste du plafond du tunnel.



Tunnel de lave effondré dans la région de Tartarus Colles. Le canal mesure 40 m de large et sa profondeur est d'environ 20m. (doc.NASA/JPL/UofA)



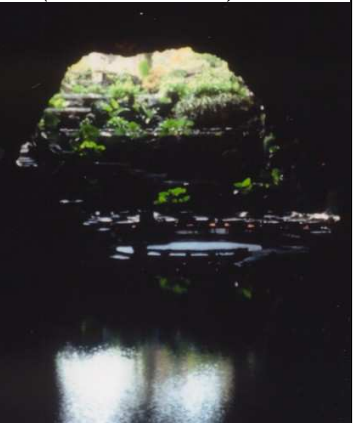
Vue rapprochée de l'arche. On y voit du côté éclairé (vers le bas) que le fond du canal descend à l'approche immédiate de l'arche, puisque sous celle-ci, par définition, le plafond n'est pas effondré. On voit bien également que, de ce côté de l'arche, il y a une large ouverture car les rayons solaires n'éclairent pas de paroi.

Le canal mesure environ 40 m de large et, d'après l'angle de l'éclairage solaire de 42 degrés au dessus de l'horizon, sa profondeur est de 16 à 22 m. Mais le plancher du canal n'est pas le plancher du tube de lave puisqu'il est constitué du plafond effondré. De plus il y a peut être eu comblement supplémentaire par des matériaux apportés par les vents. L'arche en place ne mesure que 23 m de large pour une portée égale à la largeur du canal, c'est à dire 40 m.



Ce tunnel de lave dans l'île de Lanzarote aux Canaries, offre une configuration semblable à celle de Tartarus Colles. Une partie ne s'est pas encore effondrée et présente une belle arche d'entrée. (doc. J. Souchier)

A Lanzarote un restaurant a été installé dans un tunnel de lave. Sur Mars ces tunnels pourront servir à l'installation de zones pressurisées habitables, à l'abri des radiations résiduelles. (doc. J. Souchier)





Les parois d'un tunnel de lave peuvent être très rugueuses. En cas d'appui d'une structure gonflable sur les parois il faudra prévoir d'intercaler un matériau tampon ! (doc. J. Souchier)

Pentes, anfractuosités, grottes...

Nous avons déjà évoqué dans ces lignes l'intérêt des escarpements et fortes pentes et qui présentent « à l'air libre » des millions d'années d'histoire géologique. Qui dit forte pentes dit aussi anfractuosités et grottes. Or ces lieux abrités des rayonnements ultraviolets stérilisateurs ne seraient-ils pas propices à la préservation de formes rudimentaires de vie ?

Mais ne faudrait il pas aussi de l'eau liquide à proximité ? Il n'y a pas eu de communication scientifique concernant l'éventuelle présence de points chauds liés aux conséquences de l'activité volcanique passée, donc peu de chances de trouver en sous sol aussi près de la surface des conditions de température favorables à l'existence d'eau liquide,... sauf si celle ci est très fortement chargée en sels. Mars Global Surveyor a démontré l'existence d'écoulements récents survenus après sa mise en orbite. Tout est donc possible.

Nous ne pouvons encore tout étudier sur place, mais nous continuons tous les jours à découvrir les détails nouveaux des paysages martiens...

A. Souchier



Une arche borgne dans l'Utah où une maquette d'une nouvelle version du véhicule de reconnaissance de paroi de l'association Planète Mars a été testée en février 2006 lors de la mission de simulation MDRS 43. La maquette (désignée ici CRV4) a été descendu jusqu'à 22 m sous les pieds de l'expérimentateur en scaphandre. Cette arche a des dimensions probablement très proches de celles de l'arche photographiée sur Mars. (doc. A. Souchier et équipage MDRS 43)