

Nouvelles de Mars



Mars – changements climatiques

Basé sur un communiqué CNRS/INSU

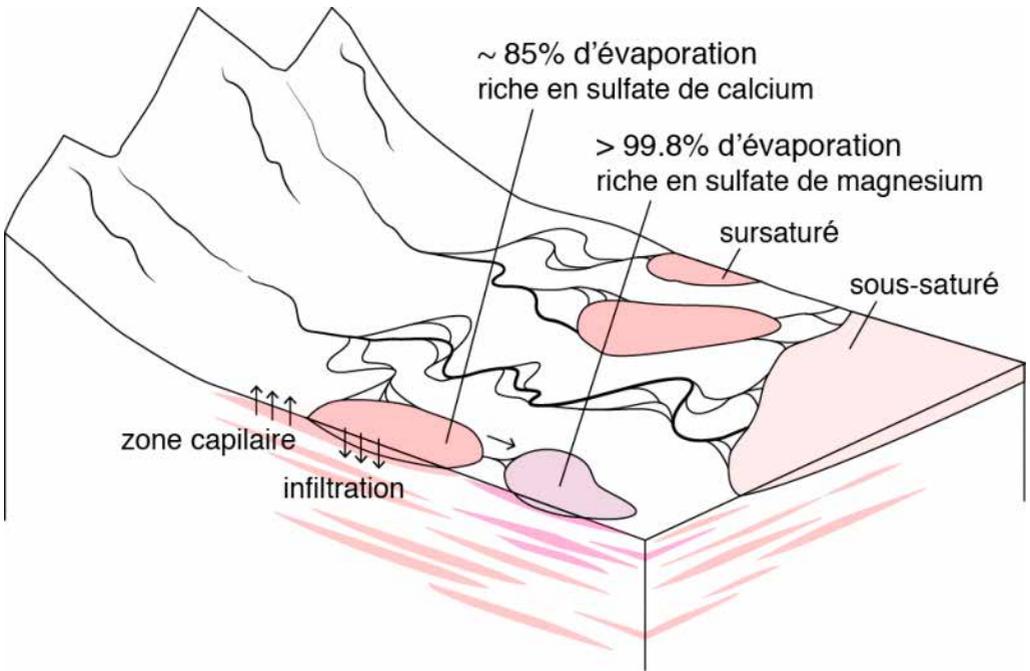
Les données recueillies par le rover Curiosity de la NASA ont mis en évidence la présence de dépôts de sulfates au sein de roches sédimentaires trouvées dans le cratère martien Gale, formé il y a environ 3,5 milliards d'années. Cette découverte suggère l'évaporation progressive de l'eau liquide présente à cette époque, reflétant d'importantes variations climatiques qui auraient entraîné la fin de la période géologique la plus humide de l'histoire de Mars.

Curiosity a découvert des dépôts de sulfates de calcium et de magnésium interstratifiés localement dans les roches sédimentaires argileuses fluvio-lacustres. Cette découverte a été mise en évidence à partir des données de l'instrument ChemCam de Curiosity, un spectromètre qui permet d'analyser à distance

*Vue d'artiste d'un coucher de soleil sur un lac dans le cratère Gale, large de 150 km, tel qu'il aurait pu être observé il y a 3,5 milliards d'années sur Mars.
(NASA / JPL-Caltech / MSSS / NHM / Séan Doran)*

la nature et la composition des roches martiennes.

La présence de dépôts de sels tels que les sulfates dans des sédiments lacustres constitue un marqueur fondamental des conditions hydrologiques et atmosphériques passées. Dans le cas des dépôts observés par Curiosity dans le cratère Gale, ces sulfates correspondent à des épisodes de forte salinité due à la cristallisation précoce de saumures lors du dépôt des sédiments, ou au début de l'enfouissement de



Modèle de dépôt de sels dans l'ancien bassin lacustre du cratère Gale formant un assemblage de petits bassins évaporitiques.

ceux-ci, par évaporation progressive de l'eau liquide présente dans le milieu (voir figure).

La répartition verticale de ces dépôts salins indique une progression discontinue et non-monotone vers un climat aride suggérant des fluctuations séculaires significatives. Il s'agirait d'un nouvel indice important sur l'évolution de l'environnement et l'habitabilité de Mars, qui aurait ainsi connu d'importantes variations climatiques il y a environ 3,5 milliard d'années, mettant fin à la période la plus humide de l'histoire de la planète (nommée l'Hespérien) au profit du climat aride actuel.

Bien que des conditions arides et salines puissent être vues comme un frein au développement d'écosystèmes, cette découverte ne remet pas en cause la recherche de la vie dans le cratère Gale et plus généralement sur Mars.

Sur Terre, de nombreux lacs salins et hypersalins hébergent une large diversité de formes de vie microbiennes adaptées à ces conditions extrêmes. De plus ces types de dépôts nous renseignent sur la disponibilité du soufre, un ingrédient indispensable pour la vie, dans le cycle de l'eau ancien de Mars. Enfin la cristallisation précoce de sels sulfatés a pu favoriser la séquestration et la préservation de biosignatures moléculaires et microfossiles, faisant de ces dépôts une cible de choix en perspective d'un retour d'échantillons.

Mars – dichotomie

La sonde Mars Express de l'ESA fournit de splendides images de la Planète rouge depuis 2003. Celle que nous présentons ici résulte de l'assemblage de clichés obtenus en juin. Elle couvre toute une région allant de la calotte polaire boréale, recouverte de nuages, aux terres cratérisées du sud, en passant par les régions contrastées de l'hémisphère nord.

Le pôle nord est recouvert en permanence d'une calotte de glace d'eau et de dioxyde de carbone dont l'épaisseur varie au gré des saisons. On voit cette calotte entourée de nuages lumineux projetant quelques vrilles au-dessus de l'hémisphère nord. Les teintes variées de cet hémisphère reflètent les caractéristiques chimiques et physiques des sols.

Les deux hémisphères de Mars sont différents à bien des points de vue. L'hémisphère nord est plus bas que le sud de plusieurs kilomètres. Entre les deux hémisphères une série de canyons, de falaises, de vallées et de mesas forment une frontière naturelle. Les plaines du nord comptent relativement peu de cratères et sont donc plus jeunes que les déserts du sud, ponctués de cratères.

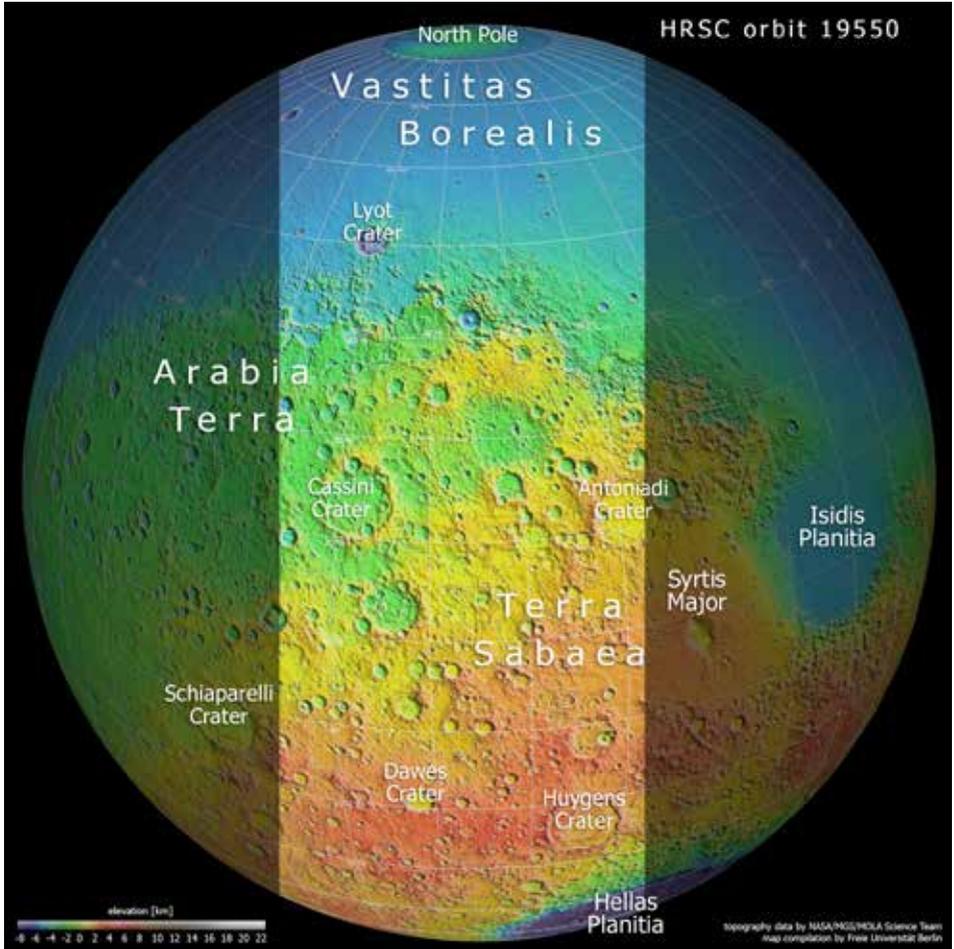
La « dichotomie martienne » reste l'un des plus grands mystères de la planète. Est-elle due à des processus géologiques dans le manteau? Y a-t-il eu des

Terra Sabaea et Arabia Terra vues par Mars Express le 17 mars 2019. Cette image s'étend depuis la calotte arctique jusqu'à loin dans l'hémisphère sud.

Les plaines jeunes, sombres de l'hémisphère boréal rejoignent les escarpements sombres qui fracturent la planète le long de l'équateur. En dessous, on voit les hautes plaines fortement cratérisées.

(ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO)





plaques tectoniques en mouvement comme pour la Terre? Est-elle le résultat d'impacts colossaux?

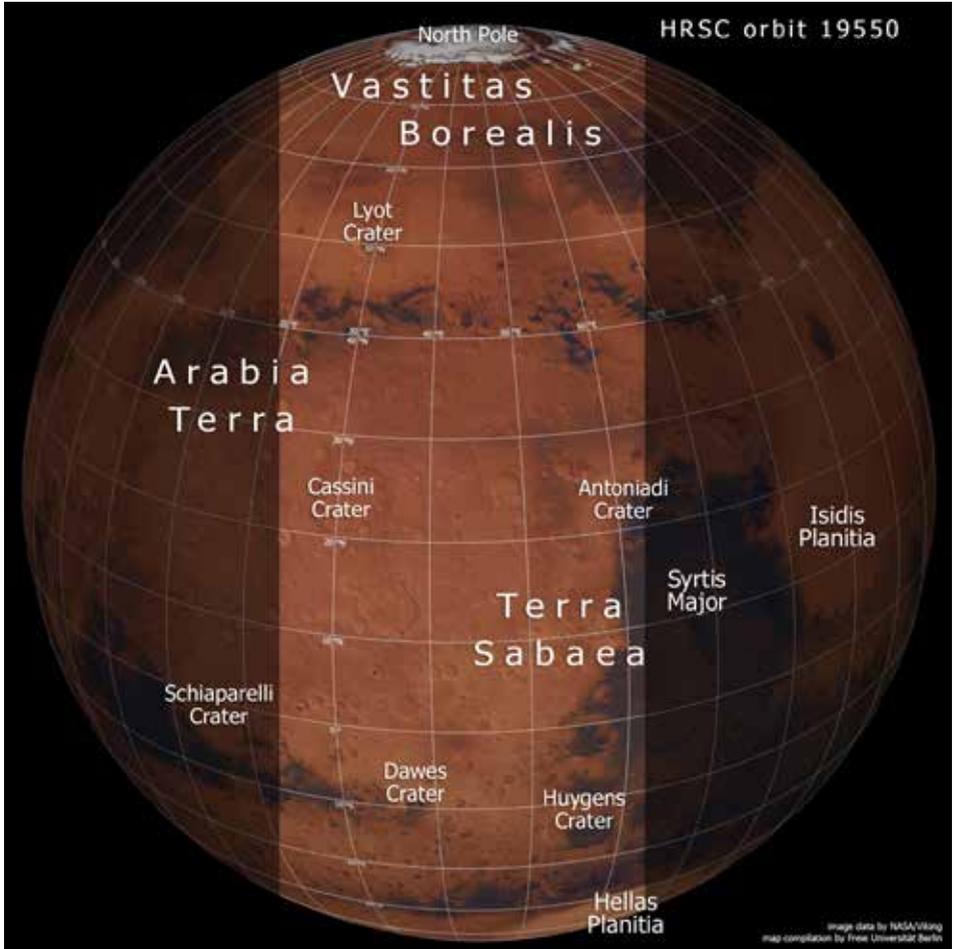
Les observations de la frontière entre les hémisphères montrent l'altération au cours du temps par le vent, l'eau et les glaciers. On pense que Mars a connu plusieurs périodes d'activité glaciaire. Des dépôts de glace, parfois cachés sous des couches de terre, peuvent former des courants visqueux qui se

Image topographique basée sur des données des missions Viking et Mars Global Surveyor. Les zones basses sont en bleu et en vert alors que les hautes altitudes apparaissent en rouge et en blanc, comme indiqué sur l'échelle.

Deux régions principales : Arabia Terra (en haut à gauche) et Terra Sabaea (au centre et en bas à droite) qui constitue la majorité des hauts plateaux visibles sur cette image.

La zone claire s'étendant hors de l'image à droite en bas est Hellas Planitia, la plaine qui contient le bassin Hellas, l'un des plus grands bassins de Mars, et même du Système solaire, avec un diamètre de 2300 kilomètres.

(NASA/MGS/MOLA Science Team, FU Berlin)



déplacent lentement en sculptant les terrains qu'ils traversent.

Mars Express a été rejointe en 2016 par la sonde TGO (Trace Gas Orbiter) de l'ESA et de Roscosmos ExoMars. TGO analyse l'atmosphère et cartographie la surface de Mars. Bientôt, une autre sonde devrait arriver, le rover ExoMars Rosalind Franklin ajoutant à la longue présence de l'ESA sur Mars, et devrait contribuer à dissiper les mystères de la Planète rouge.

*La même carte topographique que la précédente, mais en couleurs naturelles.
(NASA/Viking, FU Berlin)*

Mars – glissements de terrains

Une nouvelle étude montre que les glissements de terrain de Mars ne prouvent pas la présence de couches de glace. Une base rocheuse instable fait aussi bien l'affaire.

Des images stéréo d'un glissement de terrain s'étendant sur plus de 55 kilomètres ont été analysées pour comprendre comment s'était formé il y a 400 millions d'années le système de longues crêtes et de rainures.

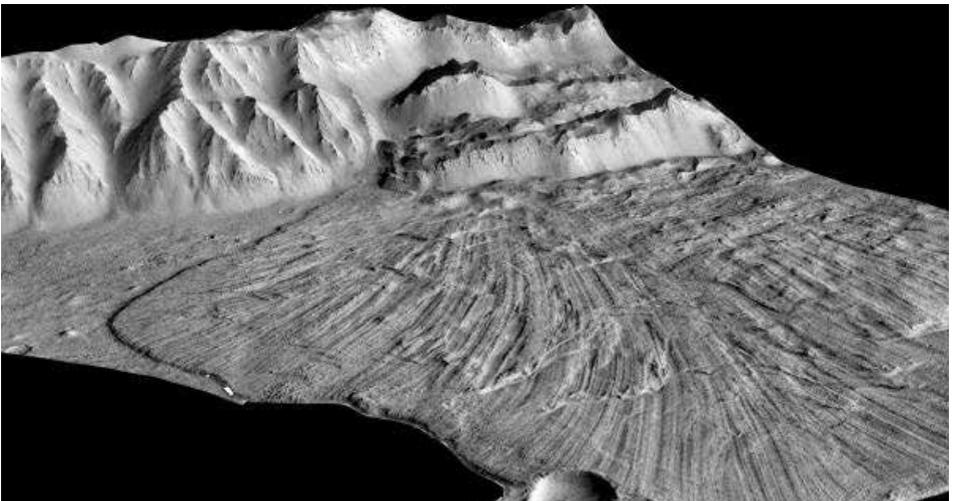
Pour la première fois, on a pu montrer que la structure particulière des glissements de terrain provenant de montagnes hautes de plusieurs kilomètres a pu être créée par des éboulements atteignant des vitesses de l'ordre de 360 kilomètres par heure sur des couches instables de roches fragmentées. Ce résultat contredit l'idée selon laquelle des couches glissantes de glace peuvent seules expliquer ces longs rainurages que l'on trouve partout dans le Système solaire. De fait, des glissements terrestres, particulièrement ceux qui se sont produits au-dessus de glaciers, ont une structure analogue à ceux de Mars, ce qui a incité les chercheurs à pousser l'analogie jusqu'au substrat de glace. Toutefois, cette

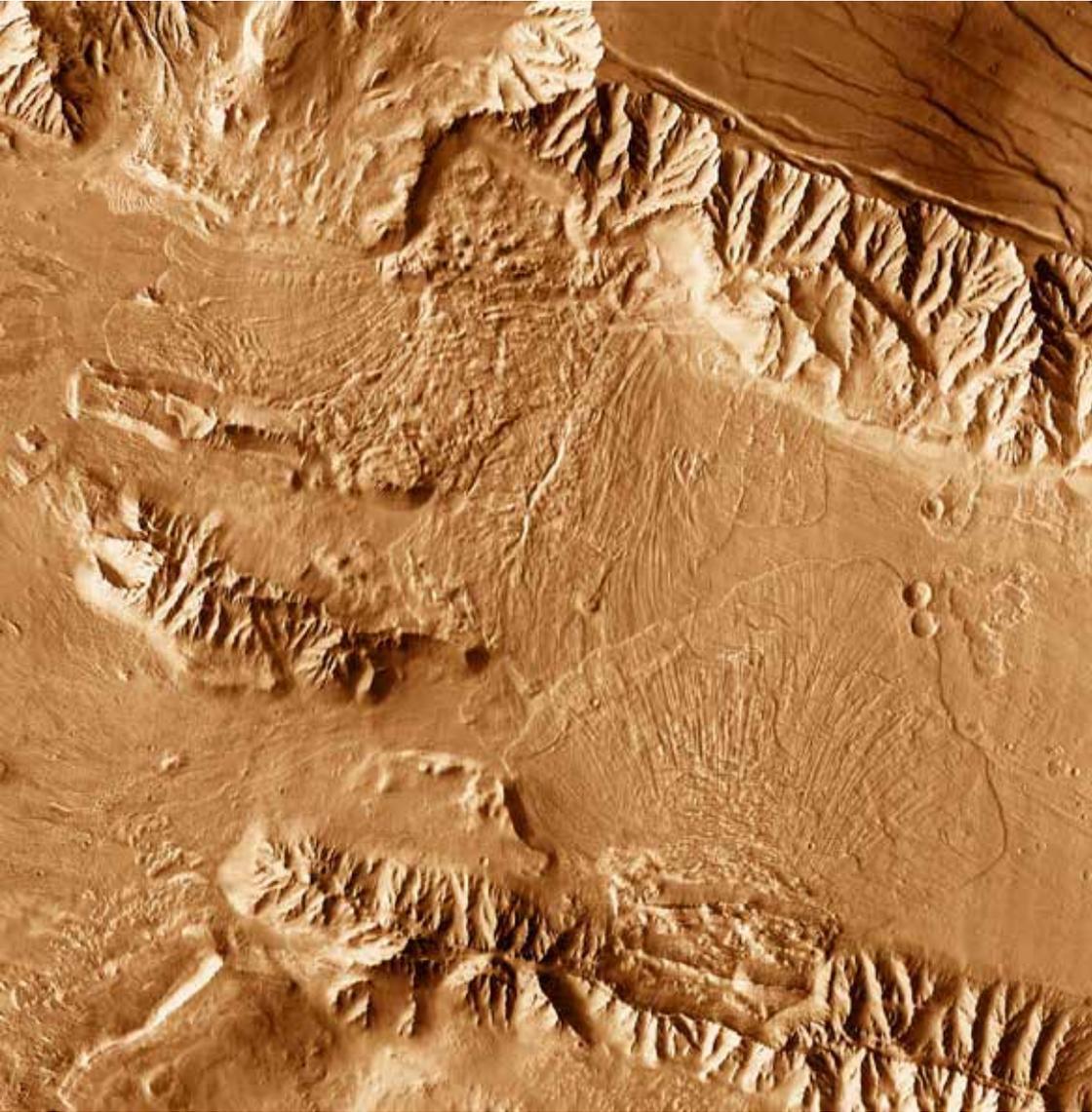
couche n'est pas indispensable, ce qui permet de mieux comprendre ces structures sur Mars et d'autres planètes, y compris la Terre.

Les chercheurs ont utilisé des images prises par le MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) pour analyser quelques-uns des plus beaux spécimens de glissements martiens.

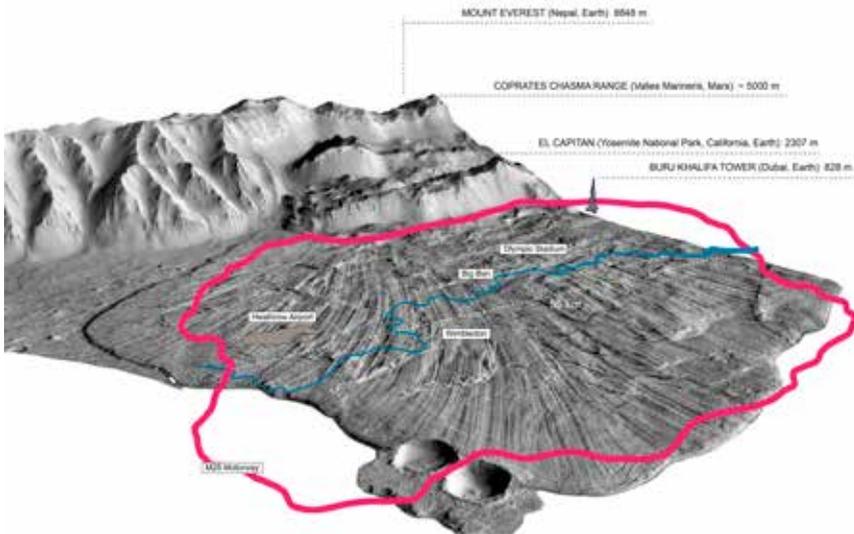
Les coupes de surface dans Coprates Chasma (à l'intérieur de Valles Marineris) ont permis de relier la hauteur des crêtes et la largeur des rigoles à l'épaisseur des dépôts. Ces relations ressemblent à celles observées dans des expériences de dynamique des fluides faisant intervenir du sable, ce qui suggère qu'une couche de base de roches, sèche et instable, est aussi capable de créer ces vastes formations qu'une couche de glace. Les vibrations des cailloux engendrent un processus de convection qui conduit les couches supérieures, denses et lourdes, à tomber et celles, inférieures, plus légères, à s'élever, un peu à la façon de l'air au-dessus d'un radiateur. Un tel mécanisme entraîne le flot de matériaux à des

***Dépôts de Coprates Labes.
(Giulia Magnarini / NASA)***





*Deux grands glissements de terrains se font face : Ophir Labes en haut à gauche, Coprates Labes en bas à droite. Ils se rencontrent au fond du canyon à la jonction de Melas et de Coprates Chasma, le tout faisant partie de l'énorme Valles Marineris. Mosaïque issue de THEMIS (Thermal Emission Imaging System) à bord de Mars Odyssey.
(NASA / JPL-Caltech / Arizona State University)*



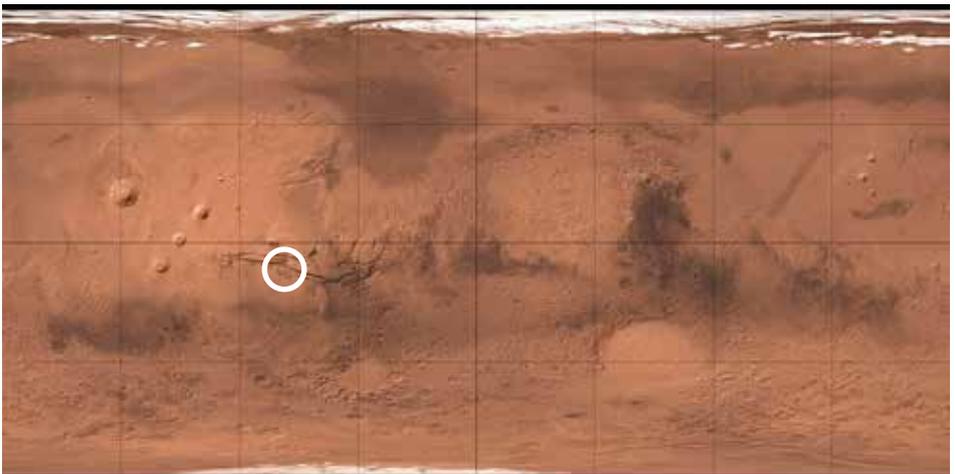
vitesse phénoménales et jusqu'à des dizaines de kilomètres.

Au plus épais des dépôts, les crêtes montent à 60 mètres et les vallées sont aussi larges que huit piscines olympiques. Sur les bords des dépôts les crêtes sont plus serrées et ne dépassent pas une dizaine de mètres.

De telles structures existent peut-être sur Terre mais elles sont plus difficiles à déceler car l'érosion est très rapide.

▲ *Comparaison avec des édifices et des reliefs terrestres afin de situer l'échelle des éboulements de Coprates Chasma.*
(Giulia Magnarini / NASA)

▼ *Localisation de Coprates Chasma sur un planisphère martien.*
(NASA)



Mars – Opportunity

Nouveau selfie d'Opportunity constitué d'une mosaïque de 57 clichés pris le 11 octobre par la caméra MAHLI (Mars Hand Lens Imager) fixée au bout du bras robotique. On peut voir à gauche deux trous creusés pour

prélever des échantillons à étudier par la laboratoire portable SAM.

Le site Glen Etive où se trouve Opportunity est spécialement intéressant par sa teneur en argile.

