

se sont formés de nombreux fossés d'effondrement et des dépressions. L'ensemble crée une série de paysages linéaires uniques sur Mars. Au fond du canyon, on trouve de nombreuses dépressions interconnectées: des chasmata. Le sol de ces chasmata est souvent recouvert d'épais dépôts stratifiés, de glissements de terrain ou encore d'ensembles de buttes nommés chaos.

Des parois de dix kilomètres de hauteur

Les premiers éléments pour comprendre comment le canyon s'est formé sont ses parois. Celles-ci sont une source inestimable d'informations. En effet, elles exposent une coupe géologique sur plus de dix kilomètres de hauteur. Abruptes, les parois ont une morphologie dite en « éperons et ravines » (voir la figure 2a). Il s'agit de talus où, localement, sur les éperons, des roches affleurent. L'érosion et les mouve-

■ LES AUTEURS



Jessica FLAHAUT est postdoctorante à la Faculté des sciences de la Terre et du vivant de l'Université libre d'Amsterdam. Elle a été lauréate du Prix Le Monde de la recherche universitaire 2012.



Pascal ALLEMAND est professeur au Laboratoire de géologie de Lyon, Université Lyon 1.

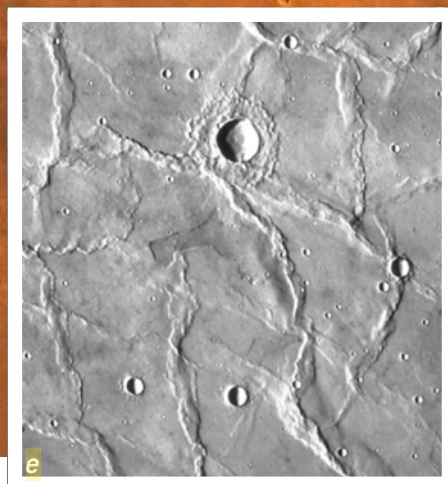


Cathy QUANTIN-NATAF est maître de conférences au Laboratoire de géologie de Lyon, Université Lyon 1.

ments tectoniques propres à Mars sont à l'origine de ces structures. Mais comment ces parois sont-elles apparues ?

Pour répondre à cette question, regardons à l'Ouest de Valles Marineris. On y trouve le dôme de Tharsis avec Olympus Mons – le plus haut relief du Système solaire, culminant à 21 229 mètres – et les trois volcans alignés de Tharsis Montes, Ascraeus Mons (18 225 mètres), Pavonis Mons (14 058 mètres) et Arsia Mons (17 761 mètres).

Cet ensemble volcanique s'est formé à la fin du Noachien. Sous le poids du dôme de Tharsis, la lithosphère (la croûte et la partie supérieure du manteau martien) a fléchi, s'est soulevée par endroits et a craqué, donnant naissance à Valles Marineris. Ce



dernier est un graben, c'est-à-dire un fossé d'effondrement bordé de failles qui apparaissent sous l'influence de forces d'extension horizontales appliquées à la lithosphère. Le bloc central s'est affaissé et constitue le fond du canyon. Les blocs voisins forment les plateaux surplombant le canyon. La naissance de Valles Marineris date d'il y a environ 3,5 milliards d'années.

Les parois du canyon permettent de faire de la stratigraphie en étudiant les couches géologiques qui affleurent. En l'absence de bouleversements structuraux, les couches les plus profondes sont les plus anciennes. Ainsi, les roches les plus anciennes sont à la base des versants du canyon, alors que les plus récentes affleurent au sommet des plateaux. En outre, Valles Marineris présente les roches les plus anciennes exposées à la surface de la planète.

L'érosion et la tectonique rendent difficile l'étude de la stratigraphie. Les couches ne sont pas toujours visibles. Souvent, les parois sont le siège d'impressionnants glissements

de terrain (voir la figure 2d). Ces éboulements forment de vastes lobes de débris qui se sont écoulés sur le fond plat du canyon, jusqu'à 100 kilomètres de leur source. Leur forme ne dépend que de la géométrie du canyon, aussi bien pour les glissements de terrain les plus anciens (3,5 milliards d'années) que pour les plus récents (50 millions d'années). Ainsi, les phénomènes qui les ont provoqués sont probablement de même nature. Les volumes déposés s'étendent de 10 kilomètres cubes jusqu'à plus de 5000 kilomètres cubes, et sont donc en moyenne dix fois plus importants que les glissements terrestres. Cela s'explique surtout par une gravité martienne plus faible. Les glissements de terrain se terminent par un bourrelet caractéristique des écoulements de débris rapides, qui se mettent en place à des vitesses de plusieurs dizaines de kilomètres par heure. Cela implique des coefficients de frottement faibles, qui écartent les processus dominés par l'eau.

En certains endroits, l'analyse des strates reste possible et montre une différence

prononcée entre la partie Ouest et la partie Est de Valles Marineris. À l'Ouest, les murs du canyon sont constitués d'un empilement de couches horizontales et parallèles, d'aspect sombre et friable. Ces couches ont été interprétées comme une accumulation de laves et de cendres volcaniques sur plus d'une dizaine de kilomètres de hauteur. Ces laves proviendraient de l'activité des gigantesques volcans du dôme de Tharsis.

Le rôle des volcans

À l'Est, l'empilement de couches volcaniques est limité à la partie supérieure des parois. À la base des versants, on trouve des roches peu communes sur Mars. D'après une étude spectrale qui analyse la lumière réfléchie par les matériaux, ces roches claires et fracturées sont riches en orthopyroxènes. Elles sont similaires à la météorite martienne ALH84001 qui est âgée de plus de 4,1 milliards d'années. Cette météorite et les roches du fond de Valles Marineris pourraient être des échantillons de la

