

VRAI OU FAUX

Faut-il s'étirer après le sport ?

Ce n'est pas prouvé. Cela ne diminue presque pas les courbatures et risque de nuire aux muscles. En revanche, des étirements plus réguliers peuvent être bénéfiques.

Guillaume Millet



On préconise souvent de s'étirer après le sport. Certains pensent que cela favorise la récupération, en augmentant le débit sanguin : des métabolites (petites molécules produites par les cellules) qui s'accumulent dans les muscles pendant l'effort et qui perturbent leur contraction seraient ainsi évacués. Cependant, aucune étude scientifique ne l'a confirmé. Une seconde vertu communément attribuée aux étirements est l'atténuation des raideurs musculo-tendineuses (les courbatures) qui surviennent après les efforts soutenus. Est-ce vraiment le cas ?

En 2011, Robert Herbert, de l'Institut George pour la santé mondiale, à Sydney, en Australie, a publié une synthèse portant sur 12 études de la question. Lors de ces études, les participants étaient interrogés sur l'intensité de leurs courbatures au lendemain d'une séance de sport, suivie ou non d'étirements. R. Herbert a conclu que les étirements consécutifs au sport ont des effets très faibles : en moyenne, les douleurs perçues un jour après l'effort diminuent de moins de un pour cent.

Notons toutefois que l'une des 12 études estimait cette diminution à quatre pour cent, ce qui commence à représenter un soulagement perceptible. Sa crédibilité est renforcée par le nombre élevé de participants (plus de 1 200, contre 10 à 30 habituellement pour ce genre d'études), mais ses conclusions sont à nuancer : il était demandé aux participants de s'étirer avant et après le sport, de sorte qu'on ne peut isoler les effets

des étirements postérieurs à la séance de ceux qui lui sont antérieurs.

Quoi qu'il en soit, cela suggère que les étirements peuvent avoir des effets positifs. Et en effet, certaines études indiquent que, pratiqués régulièrement, ils renforcent les muscles. Les dommages musculaires associés au sport et leurs conséquences (inflammations, gonflements des fibres musculaires) seront alors moins importants. Ces dommages sont, par exemple, des allongements excessifs des sarcomères, des enchevêtrements de protéines internes aux cellules musculaires ; dans ces dernières, des enchaînements de sarcomères se contractent par glissement des protéines les unes le long des autres.

Moins de dommages musculaires

En 2011, Huo-Cheng Chen, de l'Université Chiayi, à Taïwan, et ses collègues ont demandé à des participants d'effectuer des étirements réguliers pendant deux mois. Ils les ont ensuite soumis à un type d'efforts connus pour causer de grands dommages musculaires – et donc d'intenses courbatures. Ils ont ensuite analysé divers paramètres physiologiques et conclu à des dommages moins importants par rapport à un groupe contrôle qui n'avait pas effectué d'étirements.

Comment ces derniers renforcent-ils les muscles ? Des étirements assez réguliers pourraient augmenter le nombre de sarcomères en série dans les fibres musculaires ; dès lors, chaque sarcomère serait moins sollicité. De même, la longueur et la

souplesse des tendons s'accroîtraient. Les caractéristiques des muscles et des tendons (et donc la propension aux courbatures) étant variables, les bénéfices des étirements seraient plus ou moins importants selon les personnes. Si vous vous sentez souvent raide après un effort, n'hésitez donc pas !

En résumé, il semble que les étirements ne diminuent pas notablement les courbatures s'ils sont faits uniquement après l'activité sportive. Pire : étirer un muscle trop fatigué et fragilisé risque de l'endommager encore plus. Après une compétition ou une séance épuisante, mieux vaut donc s'abstenir. D'autant plus s'il fait froid, car, après un exercice physique, le système immunitaire est temporairement affaibli, et il est ainsi préférable de vite se changer et se mettre au chaud.

En revanche, des étirements réguliers et progressifs, en dehors de toute séance sportive ou après une séance légère, seraient bénéfiques. On peut les effectuer soit en commençant par un petit échauffement (dix minutes de vélo d'appartement, un peu de corde à sauter, etc.), soit à froid ; dans ce dernier cas, on veillera à s'étirer encore plus progressivement que d'habitude. Les effets restent à confirmer, notamment par des études de plus longue durée : celles évoquées ici ne s'étendent que sur trois mois au maximum, de sorte qu'on ignore les conséquences d'étirements réguliers à plus long terme. ■

Guillaume MILLET est professeur de physiologie de l'exercice à l'Université de Saint-Étienne.

COLLECTION POUR LA SCIENCE LES PETITS THÉMATIQUES

Des feuilletables numériques fiables et pratiques sur l'actualité scientifique

Accédez facilement à **l'essentiel** sur un **thème marquant** de l'actualité scientifique grâce à :

- **une sélection d'articles de référence**

parus dans *Pour la Science* et *Cerveau & Psycho*

- **compilée dans un feuiltable numérique** de 35 pages environ

- **téléchargeable en format PDF au prix de 3,99€** (compatible avec ordinateur et tablette).



Des dizaines de sujets à découvrir sur
www.pourlascience.fr/petits-thematiques

Actuellement
en kiosque

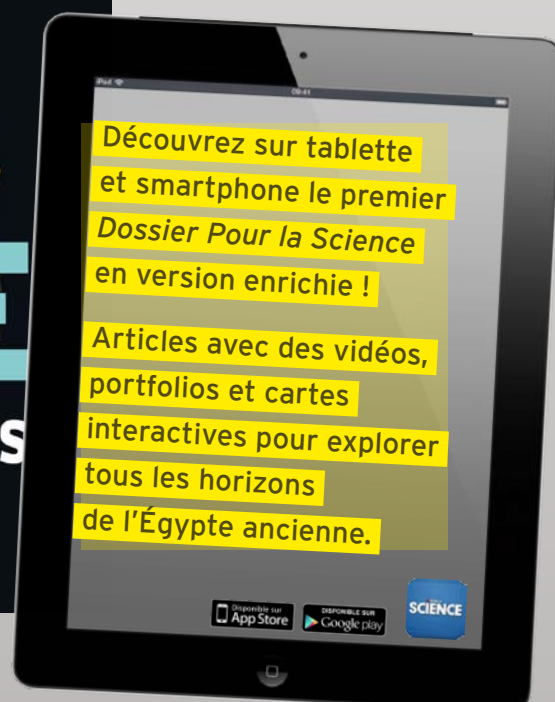
Durant près de 3 000 ans, l'Égypte pharaonique a commercé ou guerroyé avec les Libyens, Nubiens, Perses, Grecs, Romains... La civilisation égyptienne était à la croisée des mondes qu'elle irrigua de sa splendeur.



1 VOYAGE À GAGNER

Participez au grand
QUIZ PHOTOS
TRÉSORS D'ÉGYPTÉ

[www.pourlascience.fr/
quizphotos-tresordegypte](http://www.pourlascience.fr/quizphotos-tresordegypte)



Feuilletez les premières pages sur www.pourlascience.fr

Mars insolite

Des paysages à couper le souffle

p. 26 - Valles Marineris, mémoire géologique de Mars, par Jessica Flahaut, Pascal Allemand et Cathy Quantin-Nataf •

p. 34 - Mars, un remodelage permanent, par Alfred McEwen • p. 42 - Mars en images, par Jessica Flahaut et Pierre Thomas

Dans sa trilogie sur Mars, l'auteur américain Kim Stanley Robinson raconte comment l'homme arrive sur la planète rouge et la transforme pour la rendre habitable. Le premier opus, *Mars la Rouge*, ouvre sur ces quelques lignes : « Mars était vide avant notre arrivée. Ce qui ne veut pas dire qu'il ne s'y était jamais rien passé. » En fait, il s'y est passé – et s'y passe encore – de nombreux événements géologiques. La surface de la planète a été façonnée par le volcanisme, la tectonique, l'eau et le vent. Cela a conduit, par exemple, à la formation de la montagne la plus haute du Système solaire, Mons Olympus qui culmine à 21 229 mètres, et d'un canyon gigantesque, Valles Marineris (voir page 26), dix fois plus étendu que le Grand Canyon aux États-Unis.

Ces paysages racontent l'histoire de la planète et les nombreux instruments qui y ont été envoyés depuis les années 1960 nous en ont transmis des bribes.

Récemment, tout s'est accéléré. Les images envoyées par les sondes en orbite, telles *Mars Express* et *Mars Reconnaissance Orbiter*, et les robots mobiles, *Opportunity*, *Spirit*, *Phoenix* et *Curiosity*, nous ont fait découvrir des paysages... à couper le souffle (voir page 42). Mars est tout à la fois la Lune, la Terre et... Mars. Paysages grandioses et surprenants.

Les traces de la présence d'eau – douce, mais aussi salée – s'accumulent (voir page 34). On connaissait *Mars la Rouge*, *Mars la Bleue* se dévoile. Et si l'homme, un jour, s'y installe, la planète deviendra-t-elle *Mars la Verte*, comme l'envisageait K. S. Robinson dans la suite de sa saga ?

Sean Bailly

Les récentes observations à très haute résolution de la sonde Mars Reconnaissance Orbiter ont révélé de nouveaux paysages au fond du canyon de Valles Marineris. L'histoire géologique de la région se précise.

L'un des aspects les plus frappants de la surface martienne est sans aucun doute la présence du canyon Valles Marineris. Il tient son nom de la sonde *Mariner 9* qui l'a photographié pour la première fois en 1971. Avec 3500 kilomètres de longueur et 300 kilomètres de largeur, ce système tectonique complexe recouvre un quart de l'équateur martien. Il est ainsi près de dix fois plus étendu que le Grand Canyon du Colorado, aux États-Unis. Outre ses dimensions spectaculaires, Valles Marineris présente un intérêt géologique inestimable, car ses parois, parfois hautes de dix kilomètres, mettent au jour des roches et des structures qui retracent l'histoire du canyon, de sa région et de la planète Mars.

Les premières images, en 1965, ont offert une vision quasi lunaire de la planète rouge : désertique et constellée de cratères. Mais, depuis, les différentes sondes et les robots au sol ont montré que l'histoire géologique de Mars était très riche.

Valles Marineris en est l'un des exemples les plus saisissants. Nous en examinerons les paysages ainsi que les divers phénomènes qui les ont façonnés : le volcanisme, la tectonique – les mouvements de la croûte martienne qui n'a pas de dynamique de plaques comme la Terre – ou encore le vent et l'eau. À partir de ces observations, il est possible de retracer l'histoire géologique du canyon et celle de la planète.

Les planétologues ont aussi étudié les roches du canyon. On y trouve de la croûte primitive, vestige de la formation de la planète, de la roche volcanique, mais aussi des minéraux hydratés, tels des sulfates et

Valles Marineris

mémoire géologique de Mars

Jessica Flahaut, Pascal Allemand et Cathy Quantin-Nataf



L'ESSENTIEL

■ **Valles Marineris est un canyon de 3 500 kilomètres de long. Ses parois ont enregistré l'histoire géologique de la région.**

■ **Le poids du dôme de Tharsis, à l'Ouest, a exercé des contraintes sur la croûte martienne, provoquant sa rupture et l'ouverture du canyon.**

■ **Le volcanisme, l'eau et la tectonique ont façonné les paysages variés de Valles Marineris.**

■ **De nombreuses traces d'érosion, d'écoulements et de dépôts sédimentaires montrent que de l'eau liquide a coulé en abondance dans la région.**

des argiles, signes de la présence ancienne d'eau liquide dans cette région. La mission *Mars Express*, arrivée en orbite en 2004, a effectué des observations dans le canyon de Valles Marineris et a apporté de précieuses informations sur la présence d'eau liquide sur Mars. Ainsi, grâce au spectromètre OMEGA, elle a détecté une importante présence de dépôts contenant des sulfates, des minéraux hydratés riches en soufre. Ceux-ci datent de l'ère de l'Hespérien (il y a entre 3,7 et 3,2 milliards d'années).

Par ailleurs, *Mars Express* a aussi observé des argiles à la surface de la planète, en dehors du canyon. Ces découvertes ont permis d'attester la présence d'eau liquide à la surface de la planète il y a plus de 3,7 milliards d'années, pendant l'ère géologique martienne la plus ancienne, le Noachien (il y a entre 4,1 et 3,7 milliards d'années). Le climat était alors vraisemblablement chaud et humide.

Comprendre l'histoire du canyon

Une nouvelle sonde était nécessaire pour répondre aux questions que se posaient les planétologues : Quelles sont les étapes de la formation de Valles Marineris ? Quels phénomènes ont façonné ses paysages ? Que peut-on en déduire sur l'histoire de la planète rouge ? Il fallut attendre 2006 et l'arrivée en orbite de la sonde *Mars Reconnaissance Orbiter*. Les objectifs de la mission visaient à décrire le climat et la géologie de la planète. L'équipement embarqué proposait des résolutions qui permettaient d'analyser le canyon en détail. En particulier, la caméra HiRISE (*High Resolution Imaging Science Experiment* pour Expérience d'imagerie scientifique à haute résolution) prenait des images des structures du canyon. Le spectromètre CRISM (*Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars* pour Spectromètre compact d'imagerie de reconnaissance pour Mars) analysait la composition des roches.

Que nous ont révélé les images de HiRISE et les analyses de CRISM ? Elles ont permis une analyse fine de la composition des roches qui constituent les diverses structures de Valles Marineris. Le canyon principal s'accompagne d'un système de failles orientées Est-Ouest, le long desquelles

1. À LA SURFACE DE LA PLANÈTE ROUGE, Valles Marineris ressemble à une cicatrice sombre de 3 500 kilomètres de long.

© NASA/JPL-Caltech/USGS

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.

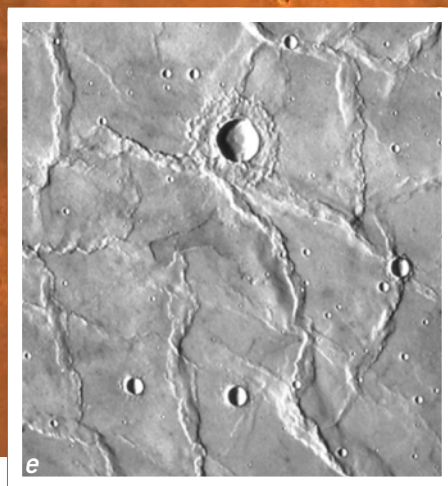


Cathy QUANTIN-NATAF est maître de conférences au Laboratoire de géologie de Lyon, Université Lyon 1.

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



2. LES PAYSAGES DE VALLES MARINERIS sont très variés et témoignent du fait que le volcanisme, l'activité tectonique et l'eau ont contribué à façonner les paysages. À l'Ouest, Noctis Labyrinthus présente un réseau complexe de dépressions connectées. Le canyon et ses chasmata (ses vallées) s'étendent ensuite sur environ 3 500 kilomètres vers l'Est. Les parois [a] en « éperons et ravines » sont parfois le lieu de glissements de terrain [d]. D'autres activités tectoniques sont visibles sur les plateaux avec un quadrillage de rides et de failles [e]. Le volcanisme apparaît dans les strates des parois qui contiennent de la roche volcanique, mais aussi des infiltrations de roches riches en olivine [b]. L'eau a aussi joué un rôle important dans les paysages de la région, les cônes alluviaux [c] en sont un exemple.