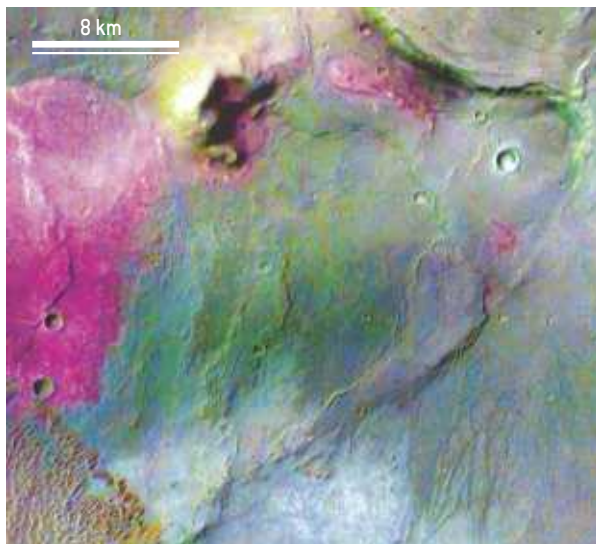
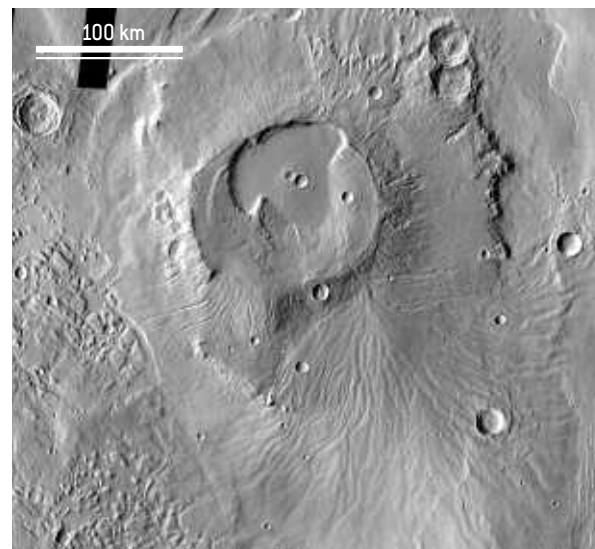




4. Nili Patera, au sommet du volcan géant Syrtis Major, est couverte à la fois de laves basaltiques anciennes (en bleu) et de cônes d'éjection de dacite plus récents (en violet). Les dunes de sable (en orange) sont un mélange des deux. La présence de dacite, une lave plus évoluée que le basalte, montre que le volcanisme martien est plus complexe que prévu.



5. Apollinaris Patera, un volcan étendu, mais peu actif, a déversé des laves de compositions diverses. Il est peut-être la source des poussières trouvées par le module d'exploration Spirit 350 kilomètres plus au Sud. Les dépôts volcaniques ont été fortement modelés par l'eau. Les sondes spatiales ont repéré plusieurs glissements de terrain dans la région.

s'est-elle accumulée de façon stable dans ces sites ? L'hypothèse la plus répandue fait intervenir une combinaison de chaleur géothermique, de concentrations élevées en sels (qui abaissent le point de congélation) et d'une couche de glace protectrice. Des impacts de grosses météorites ont peut-être sporadiquement réchauffé l'atmosphère.

L'idée d'une planète jadis semblable à la Terre semble néanmoins être derrière nous. L'impression dominante est celle d'une surface ancienne dont les minéraux volcaniques originels ont été préservés de l'eau. Même à *Meridiani*, les sables basaltiques recouvrent les sédiments lacustres, ce qui indique que le site est asséché depuis deux ou trois milliards d'années. Il existe des lacs et des réseaux d'aspect hydrographique, mais il est possible que l'eau n'y ait circulé que brièvement. Elle était peut-être gelée la majeure partie du temps, et occasionnellement libérée avant de regeler rapidement. Cependant, les planétologues restent perplexes à l'idée d'un monde qui puisse être aussi aride en général, mais aussi aqueux à certains endroits et par moments.

Le passé de Mars mobilise l'essentiel de l'attention, mais des avancées récentes ont relancé l'étude de son activité actuelle. Tout d'abord, un consensus émerge sur le fait que Mars a été géologiquement active dans un passé récent. La plupart des grands volcans trônant au milieu des plaines de lave datent des premiers âges de la planète, mais l'absence de cratères d'impact ou d'écoulements de lave dans des régions telles que *Athabasca Vallis* suggère qu'elles sont jeunes et résultent d'éruptions datant de quelques millions d'années. Mais aucun volcan actif ou point chaud géothermique n'a été détecté jusqu'à présent, et Mars semble s'être refroidie au point que le volcanisme y est très rare.

La seconde découverte est qu'un colossal réservoir d'eau gelée migre autour de la planète au gré des changements climatiques. Les deux pôles sont actuellement recouverts de dépôts de glace ou de sédiments riches en glace qui atteignent par endroits plusieurs kilomètres d'épaisseur, sur une sur-

face totale équivalente à celle de la France. Des mesures de température datant des années 1970 avaient montré que la calotte du pôle Nord est constituée de glace d'eau, mais la composition de la calotte Sud restait mystérieuse. Sa température de surface est compatible avec l'hypothèse d'une glace de dioxyde de carbone, mais des mesures de température récentes par THEMIS ont mis en évidence des affleurements de glace d'eau, et il est possible qu'il y en ait aussi sous la glace de dioxyde de carbone.

Il convient d'ajouter à cet inventaire la glace souterraine détectée par les instruments de *Mars Odyssey* qui captent les rayons gamma et les neutrons produits lorsque des rayons cosmiques frappent le sol. La répartition en énergie de ces rayons gamma et de ces neutrons nous renseigne sur les éléments chimiques du sol jusqu'à plusieurs mètres de profondeur. Par exemple, l'hydrogène absorbe beaucoup les neutrons, donc un déficit de neutrons indique la présence d'hydrogène sous la surface, le plus vraisemblablement sous forme d'eau (H₂O).

Dans les hautes latitudes, au-delà du 60° parallèle, l'eau semble par ailleurs constituer plus de 50 pour cent du sol. Une telle abondance de glace ne peut s'expliquer par la simple diffusion de vapeur d'eau atmosphérique dans le sol poreux. La glace doit avoir été déposée sous forme de neige ou de givre.

Aux latitudes intermédiaires, certaines formations trahissent aussi la présence probable de glace. Des sols zébrés sont visibles entre 30 et 50 degrés de latitude dans les deux hémisphères. Cette texture pourrait résulter du réchauffement du sol et de l'évaporation de la glace, processus qui entraînerait un effritement. Dans les dépressions des pentes froides orientées vers les pôles, on trouve un autre type de dépôts : des couches de matériaux atteignant jusqu'à dix mètres d'épaisseur et correspondant peut-être aux résidus de neige d'eau presque pure. Une des découvertes les plus remarquables a été celle de petits ravins fraîchement creusés à des latitudes intermédiaires, résultant peut-être

d'eau de source, de la fonte de la glace de surface, ou de la fonte de blocs de neige par leur base.

Tous ces éléments suggèrent que Mars, comme la Terre, connaît des cycles de glaciation. L'inclinaison de l'axe de rotation de la planète oscille en effet avec une amplitude de 20 degrés, suivant une période de 125 000 ans. Lorsque l'inclinaison est faible, les pôles sont les régions les plus froides de la planète, et il y tombe plus de neige l'hiver qu'il ne s'en évapore l'été, ce qui conduit à une accumulation de glace au fil des ans. Quand l'inclinaison augmente, les pôles reçoivent plus de lumière et se réchauffent au détriment des latitudes intermédiaires. L'eau se déplace alors des pôles vers l'équateur. Pendant que la neige s'accumule à la surface, l'eau liquide peut s'écouler par-dessous. Actuellement les latitudes intermédiaires se réchauffent et la couverture de neige a presque disparu. Si ce modèle de glaciation, conçu par Benjamin Levrard et Jacques Laskar, de l'Observatoire de Paris, est correct, elle reviendra dans 25 000 à 50 000 ans.

Les spécialistes de Mars sont comme des aveugles qui voulant décrire un éléphant l'explorent à tâtons, mais peinent à s'en faire une image globale. La géologie martienne varie d'un endroit à l'autre. La planète présente une grande variété de textures, un passé complexe, voire paradoxal, et un présent dynamique. Les roches volcaniques sont aussi variées que sur Terre, et les manifestations de la présence d'eau sont fort diverses. La planète a subi autrefois d'énormes inondations et peut-être même des pluies, même si ses roches anciennes contiennent encore des minéraux qui se dégradent rapidement dans un environnement humide. Le cli-

mat est sec et froid, mais le module d'exploration *Opportunity* a atterri sur le fond d'une ancienne mer, témoin d'un climat autrefois très différent. L'eau liquide est instable dans les conditions actuelles, mais des ravins se sont formés récemment et continuent peut-être à se former.

La diversité des environnements d'un lieu à l'autre et d'une époque à l'autre est un élément favorable si l'on envisage l'existence d'une vie sur Mars. Même si c'était de façon intermittente, des lacs ont existé pendant de longues périodes, peut-être suffisamment pour que la vie apparaisse. Des organismes pourraient encore aujourd'hui s'accrocher à la vie, hibernant pendant les épisodes froids, et se réveillant quand les conditions s'améliorent. Lors des missions à venir, c'est dans les plaques de glace qui subsistent et les ravins que les robots devront chercher des traces de vie.

Philip R. CHRISTENSEN est professeur à l'Université de l'Arizona à Tempe, et a participé au développement des missions *Mars Global Surveyor*, *Mars Odyssey* et *Mars Exploration Rover*.

Mars Express, mapping with Omega, in *Science*, vol. 307, numéro spécial, pp. 1574-1597, 11 mars 2005.

Spirit at Gusev Crater, in *Science*, vol. 305, numéro spécial, pp. 793-845, 6 août 2004.

Opportunity at Meridiani Planum, in *Science*, vol. 305, numéro spécial, pp. 1697-1756, 3 décembre 2004.

P. CHRISTENSEN et al., *Morphology and composition of the surface of Mars : Mars Odyssey themis results*, in *Science*, vol. 300, pp. 2056-2061, 27 juin 2003.

UN VOYAGE DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS QUE VOUS NE REGRETTerez PAS !



« Ne boudons pas notre plaisir de découvrir ce très bon ouvrage qui nous propose un tour d'horizon complet des caractéristiques de la planète rouge, dans un langage simple et visiblement destiné pour une grande part aux béotiens. (...) Bref, une réussite. »

Astronomie Magazine

« Il s'agit là d'un document de référence sur nos connaissances de la planète rouge au moment où elle passe au plus près de la Terre. »

Bulletin de l'Union des physiciens



Chez le même éditeur :

À la recherche de l'eau dans l'Univers
de Thérèse Encrenaz

D'où vient cette eau extraterrestre ? Quel rôle y joue-t-elle ?
A-t-elle permis l'éclosion de la vie ailleurs ?
L'eau liquide existe-t-elle ?

Format 18,5 x 24,5 • 176 pages ISBN 2-7011-3707-1

23,50 euros

En vente chez votre libraire ou sur www.pourlascience.com

