

face de Mars, ne permettent pas la présence d'eau liquide. L'eau y est surtout présente sous forme de glace dans les calottes polaires, qui se condensent et se subliment au pôle Nord et au pôle Sud, selon un rythme saisonnier. Parfois, on observe de petites formations nuageuses d'eau, notamment à proximité des volcans. Si l'eau des calottes était répartie sur toute la planète sous forme liquide, elle formerait un océan global de l'ordre d'une vingtaine ou d'une trentaine de mètres d'épaisseur : sur Terre, un tel océan global aurait une profondeur de 2,7 kilomètres. Quant à la pression partielle de la vapeur d'eau martienne, elle n'excède pas quelques dix millièmes de la pression atmosphérique totale ; elle présente de fortes fluctuations liées au cycle saisonnier de condensation et de sublimation des calottes polaires.

Puisqu'elles sont parties de conditions initiales quasi semblables, pourquoi les trois grandes planètes telluriques ont-elles eu des destins aussi divergents ? La réponse tient à l'histoire de l'eau sur Mars et sur Vénus. L'eau semble avoir été plus abondante sur ces sœurs de la Terre. La valeur du rapport de l'abondance de l'eau lourde (HDO) et de l'eau (H₂O) indique, par exemple, qu'il y avait à l'origine beaucoup plus de vapeur d'eau dans les atmosphères vénusienne et martienne. Rappelons que, dans la molécule d'eau lourde, l'un des atomes d'hydrogène est remplacé par un atome de deutérium ; celui-ci est identique à l'atome d'hydrogène, à ceci près qu'il est deux fois plus lourd, puisque son noyau contient un neutron supplémentaire. Dans les océans et dans l'atmosphère terrestre, le rapport HDO/H₂O vaut environ $1,5 \cdot 10^{-4}$, valeur dont les planétologues pensent qu'elle n'a jamais changé depuis que la Terre s'est formée. Partant du principe que cette valeur caractérisait toutes les planètes telluriques à leur début, ils ont mesuré le rapport HDO/H₂O dans les atmosphères de Vénus et de Mars ; la mesure se fait depuis la Terre, par spectroscopie infrarouge en phase gazeuse. Leurs résultats révèlent un fort enrichissement en deutérium des atmosphères martienne et vénusienne. La vapeur d'eau qui se mêle à l'atmosphère martienne contiendrait cinq fois plus de deutérium que celle de la Terre. Celle de l'atmosphère vénusienne en contiendrait près de 120 fois plus ! Les planétologues déduisent de ces constata-

tions que la vapeur d'eau atmosphérique a été présente en quantité bien supérieure sur Mars et surtout sur Vénus, dans le passé. Comment a-t-elle disparu ? L'enrichissement atmosphérique en deutérium s'explique par le mécanisme de l'échappement gravitationnel, qui privilégie l'échappement dans l'espace des molécules les plus légères. C'est pourquoi il favorise l'éjection de l'eau ordinaire par rapport à celle de l'eau lourde, ce qui explique que cette dernière se soit concentrée dans les atmosphères de Mars et de Vénus.

Vallées martiennes

Si l'eau a été nettement plus abondante dans les atmosphères de Mars et de Vénus, l'a-t-elle aussi été sur leur sol ? Dans le cas de Mars, nous avons des indices de la présence en surface de grandes quantités d'eau (peut-être liquide) au début de l'histoire de la planète. Le premier est l'existence de vallées ramifiées qui sillonnent les terrains anciens de l'hémisphère Sud de Mars, et qui datent de plus de trois mil-

liards d'années ; elles donnent l'impression que de l'eau liquide s'est écoulée en quantité sur la planète, ce qui indique qu'à cette époque existait une atmosphère dense et chaude. Le deuxième indice est la présence probable d'un vaste océan qui aurait recouvert les grandes plaines du Nord il y a deux à trois milliards d'années. Les récentes mesures radar de la mission *Mars Global Surveyor* ont renforcé cette hypothèse, émise lors des premières mesures de la sonde *Viking*. Elles ont révélé la présence de lignes longues de plusieurs milliers de kilomètres et dont l'altitude est constante. S'agit-il de rives ? Si un tel océan a existé, l'eau qu'il contenait aurait formé un « océan global » d'une centaine de mètres d'épaisseur.

Ainsi, Vénus et Mars semblent avoir porté d'importantes masses d'eau, peut-être autant que la Terre. Pourquoi a-t-elle disparu ? Comment les conditions de température et de pression à la surface des deux planètes ont-elles peu à peu divergé ? De petits écarts de température peuvent avoir des conséquences notables. Étant



4. S'AGIT-IL D'UN RÉSEAU FLUVIAL ASSÉCHÉ AUJOURD'HUI ? Cette immense cicatrice à la surface de Mars est flanquée d'un important réseau de ravins, qui se ramifient en vallées secondaires et autres canyons. Quel est le fluide qui a érodé ainsi la surface ? Pourquoi a-t-il disparu ? Les planétologues pensent qu'il s'agit d'eau, et qu'elle est probablement encore présente sous la surface. Plusieurs observations récentes ailleurs sur la planète vont dans ce sens.