

été déposées par de violents torrents. Le robot mobile de *Pathfinder* transporte un analyseur chimique, qui identifie les éléments chimiques dans les roches et détermine leur composition. La station principale, fixe, est équipée d'une caméra multispectrale, qui montre la forme, la texture et la couleur des roches. L'ensemble de ces informations indiquera quels minéraux composent les roches, donc comment et dans quelles conditions celles-ci se sont formées. On obtiendra ainsi des informations sur le climat primitif de Mars et sur la possibilité, pour la vie, de s'y être développée.

Outre le spectromètre à rayons X, à particules alpha (des noyaux d'hélium, composés de deux photons et de deux neutrons) et à protons, pour l'analyse chimique, et la caméra multispectrale, la sonde *Pathfinder* a emporté sur Mars un ensemble d'appareils d'analyse atmosphérique et météorologique. Le robot mobile devait aussi réaliser dix expériences sur le comportement de l'équipement vis-à-vis des contraintes environnementales,

telles l'abrasion de films métalliques sur une roue ou l'adhérence de poussières sur un panneau solaire.

Une entrée remarquable

La partie la plus périlleuse de la mission *Pathfinder* a duré cinq minutes : après un vol interplanétaire tranquille, la sonde est entrée dans l'atmosphère de la planète, puis s'est posée à la surface. Environ 30 minutes avant l'entrée dans l'atmosphère, l'étage de croisière s'est séparé du module d'atterrissage. À 130 kilomètres au-dessus de la surface, la sonde est entrée dans l'atmosphère, abritée par un bouclier thermique qui la ralentissait. Puis, 134 secondes avant l'atterrissage, un parachute s'est déployé et le bouclier a été largué. Pendant la descente, la station était suspendue à une corde, à 20 mètres sous son bouclier arrière.

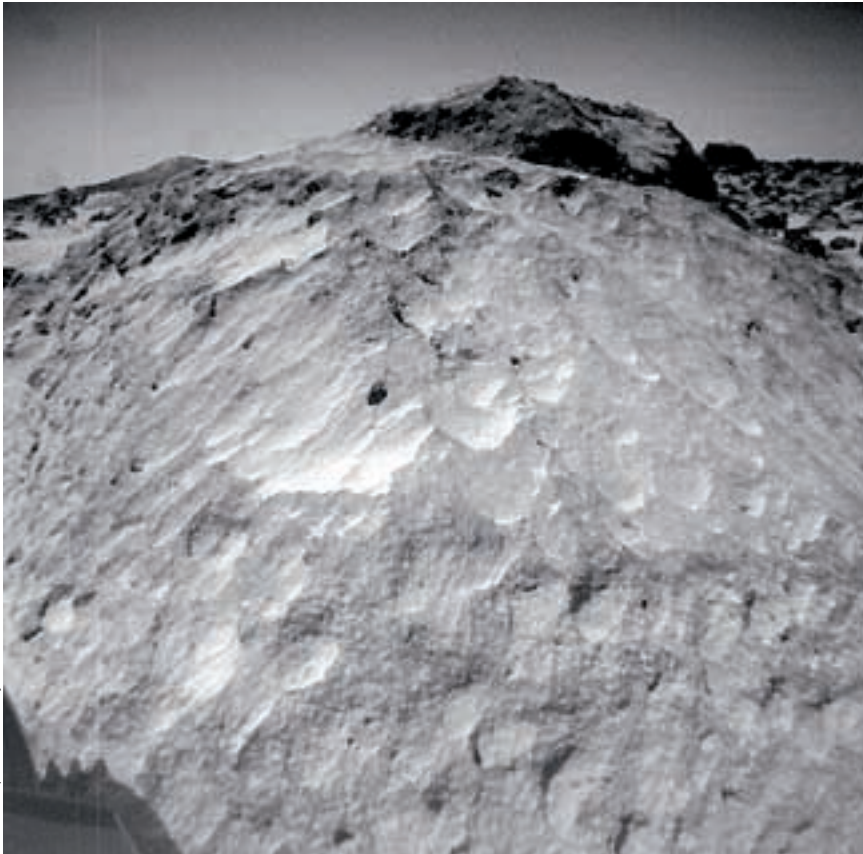
À l'approche de la surface, l'altimètre radar de *Pathfinder* a déclenché l'allumage de trois petites fusées qui ont encore ralenti la descente du véhicule. Des sacs gonflables géants se sont

alors déployés autour de la sonde, le lien avec le parachute a été coupé et l'engin a touché la surface de Mars à une vitesse de 50 kilomètres-heure. Il a alors rebondi une quinzaine de fois, sans que la pression diminue dans les sacs. Après l'immobilisation, les sacs se sont dégonflés et le module s'est ouvert. Les opérations d'exploration ont commencé.

Si le succès de cette nouvelle technique d'atterrissage était très attendu, le reste de la mission dépassa nos espérances : la station a fonctionné trois fois plus longtemps que prévu, et le robot mobile 12 fois plus longtemps. Le module a envoyé 2,3 milliards de bits d'informations, dont plus de 16 500 images prises de la station, 550 du robot, et environ 8,5 millions de mesures de la température, de la pression et du vent. Le robot, obéissant à 230 commandes, a parcouru un total de 100 mètres, explorant ainsi plus de 200 mètres carrés de surface. Il a rapporté 16 analyses chimiques des roches et des sols, et il a réalisé des expériences de mécanique des sols, ainsi que les essais techniques sur le matériel.

Nous l'avons indiqué, les premières images que nous avons reçues de *Pathfinder* ont confirmé nos prévisions, établies d'après les images des satellites *Viking*. Celles-ci montrent un paysage semblable aux plaines parcourues de vallées et de chenaux, dans l'Est et au centre de l'État de Washington, aux États-Unis, et qui se sont formées par l'écoulement rapide des centaines de kilomètres cube d'eau contenus dans les Grands Lacs : le site d'atterrissage, en aval de l'embouchure d'Ares Vallis, dans la région nommée Chryse Planitia, est une plaine qui semble avoir été parcourue par des crues catastrophiques. La densité des cratères de météorites sur le sol indique que celui-ci s'est formé il y a 1,8 à 3,5 milliards d'années.

Des cailloux, des galets et des blocs de pierre polis ressemblent à ceux qui sont déposés par les crues sur la Terre. Dans le champ de pierres que nous avons nommé le Jardin des Roches, au Sud-Ouest de la station, les rochers appelés Requin, Demi-Coupole et Moe sont penchés et entassés, comme s'ils avaient été déposés par un rapide courant d'eau. Les roches de plus de 50 centimètres de diamètre ont un sommet plat et sont souvent surélevées, comme le sont les roches déposées lors d'une crue. Les Pics Jumeaux, à l'horizon Sud-Ouest, semblent avoir été sculptés par un courant. Selon les images prises par *Viking*, la sta-



2. CE ROCHER DÉCAPÉ PAR LE SABLE, nommé Moe, ressemble à des «rochers éolisés» que l'on trouve sur Terre et qui sont altérés par des particules de la taille de grains de sable, transportées par le vent. Sur la Terre, de telles particules sont généralement formées quand l'eau fait éclater les pierres. Les rainures de Moe pointent toutes vers le Sud-Ouest, à peu près la même orientation que celle des stries éoliennes observées ailleurs sur le site.

tion reposerait sur le flanc d'une large crête qui descend en pente douce vers le Nord-Est, à partir des Pics Jumeaux, et qui serait une langue de débris déposés par les eaux, à l'abri des pics. De petits chenaux qui traversent le paysage ressemblent à ceux que l'on trouve dans l'État de Washington, où les crues ont emporté les matériaux fins.

Les roches qui sont en vue de la station sont gris sombre et couvertes de quantités variables d'une poussière brun jaunâtre. Cette dernière semble être la

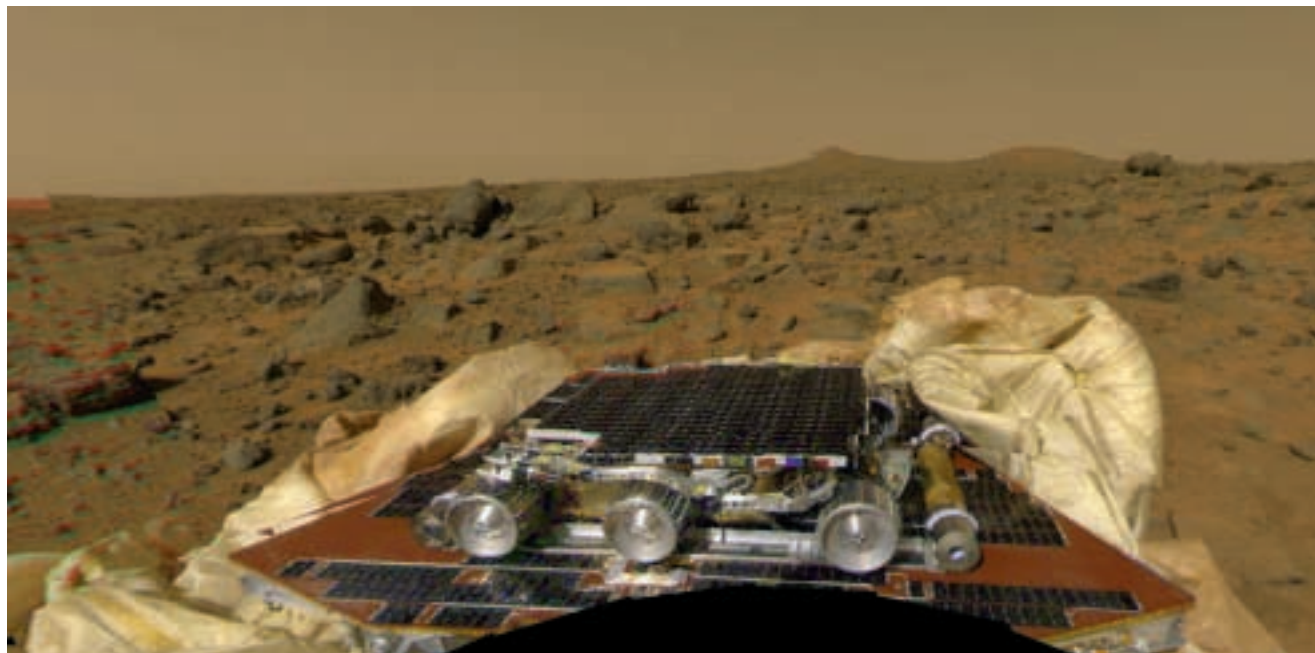
même que la poussière très fine (environ un micromètre de diamètre) qui flotte dans l'atmosphère. On observe aussi, derrière les rochers, des traînées de poussière accumulées par le vent.

Certaines roches sont rainurées ; elles ont sans doute été érodées par des particules de moins de un millimètre de diamètre que le vent emporte au ras du sol. La caméra du robot a aussi montré des dunes de sable, dans la dépression située derrière le Jardin des Roches. De la boue séchée couvre la base de certaines roches

sur quelques centimètres ; elle aurait été dégagée par le vent. Malgré ces signes d'une lente érosion éolienne, les roches et la surface semblent avoir peu changé depuis leur dépôt par la crue.

Une composition inattendue

Le spectromètre a mesuré les compositions de huit roches : ce ne sont pas des basaltes, comme les météorites martiennes tombées sur Terre, les seules



NASA/Jet Propulsion Laboratory

3. LES PREMIÈRES IMAGES de *Pathfinder* ont été regroupées sur cette représentation panoramique, où l'on voit des roches sombres, de la poussière rouge vif et un ciel couleur caramel. De nombreuses pierres, en particulier dans le Jardin des Roches (au centre), sont penchées et entassées, signe qu'elles furent déposées par un courant d'eau rapide. Environ un kilomètre derrière le jardin, à l'Ouest-

Sud-Ouest, se dressent les Pics Jumeaux, qui ont aidé à déterminer le site d'atterrissage sur les images de l'orbiteur *Viking*. Le lendemain de l'atterrissage, le véhicule a dégonflé les sacs gonflables qui le protégeaient et a déployé deux rampes ; le robot est descendu par la rampe arrière. Les petites rayures vertes et rouges sur l'image sont dues à la compression des données.



NASA/Jet Propulsion Laboratory

4. CES DUNES DE SABLE, qui tapissent la dépression située derrière le Jardin des Roches, prouvent indirectement que l'eau a existé sur Mars : sur Terre, le sable est formé principalement par l'action prolongée de l'eau courante sur les roches. Les dunes se seraient formées grâce à du sable apporté par le vent, qui a remonté la

pente douce jusqu'à la crête de la dune, puis a dévalé la pente raide (orientée à l'opposé du robot sur cette image). Des dunes plus grandes ont été observées par le satellite, mais aucune n'est proche du site d'arrivée de *Pathfinder*. Le sable serait plus répandu qu'on ne pensait à la surface de Mars.