

Mars

Des télescopes aux rovers

Mars a acquis un succès remarquable dans la culture populaire durant ces derniers siècles. Qu'elle soit peuplée de martiens, recouverte d'océans ou de végétation, sillonnée de canaux ou au contraire aride, froide et inhabitable, la planète rouge intrigue, de la science à la fiction, du télescope au cinéma. Notre vision de Mars a cependant bien changé au cours de ces trois derniers siècles au fil des observations et des découvertes des astronomes.

Avant les observations du ciel par Galilée à la lunette au début du XVIIème siècle, les Hommes ont regardé Mars à l'œil nu. Sa couleur rouge lui a donné un statut particulier dans la mythologie. Les révélations sur la nature de la planète rouge ont débuté avec les premières observations effectuées à distance sur Terre, grâce aux instruments optiques.

Mars vue depuis la Terre

En 1659, Christian Huygens (1629-1695) observe à la lunette la planète Mars et dessine la première carte connue de la planète (Fig. 1.). Il y observe des variations de teinte dans la couleur brune de la surface. En 1666, Jean-Dominique Cassini (1625-1712) ajoute des taches blanches aux pôles et représente pour la première fois les calottes polaires de Mars. Huygens suggère en 1672 que les calottes polaires sont composées de glace d'eau, comme sur Terre. Une première analogie est lancée. D'autres seront ensuite trouvées, comme la durée du jour martien. Cassini la détermine à 24 heures et 40 minutes, curieusement proche du jour terrestre.

Cassini observe ensuite des occultations d'étoiles par Mars en 1672 et en déduit que la planète possède une atmosphère épaisse. Cette déduction sera critiquée un siècle plus tard par William Frederick Herschel (1738-1822), découvreur d'Uranus, grâce à son perfectionnement du télescope. Pour lui, la

planète possède seulement une atmosphère modeste, il observe des variations régulières de la luminosité qu'il attribue à des nuages. Il détermine également l'obliquité (inclinaison de l'axe de rotation) de la planète à $28^{\circ}42'$. Il en conclut à la présence de saisons sur la planète Mars, presque deux fois plus longues que sur Terre. Les saisons martiennes se matérialisent d'ailleurs dans son télescope par la variation des calottes polaires au cours de l'année martienne. Il confirme ainsi la forte similitude entre les planètes bleue et rouge. Au cours du XIXème siècle, les astronomes construiront des cartes de plus en plus précises de Mars à partir de leurs observations, imaginant la présence d'océans, de continents et même de végétation à la surface.

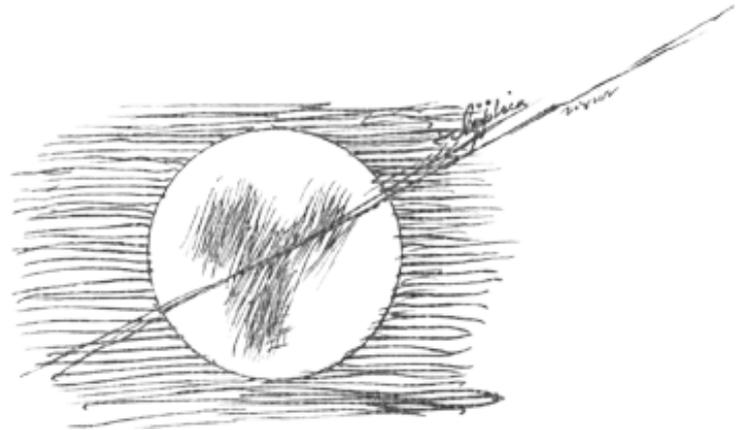


Figure 1 - Dessin de Mars vue à la lunette en Octobre 1657 Par Christian Huygens © Christiaan Huygens, Oeuvres complètes. Tome XV. Observations astronomiques (eds. D.J. Korteweg en A.A. Nijland). Martinus Nijhoff, Den Haag 1925

En 1877, Asaph Hall (1829-1907) découvre deux satellites naturels de Mars. Ces lunes martiennes seront nommées Phobos et Déimos mais ne sont en rien semblable à notre Lune. De très petite taille (11,1 km de rayon moyen pour Déimos, 6,2 km pour

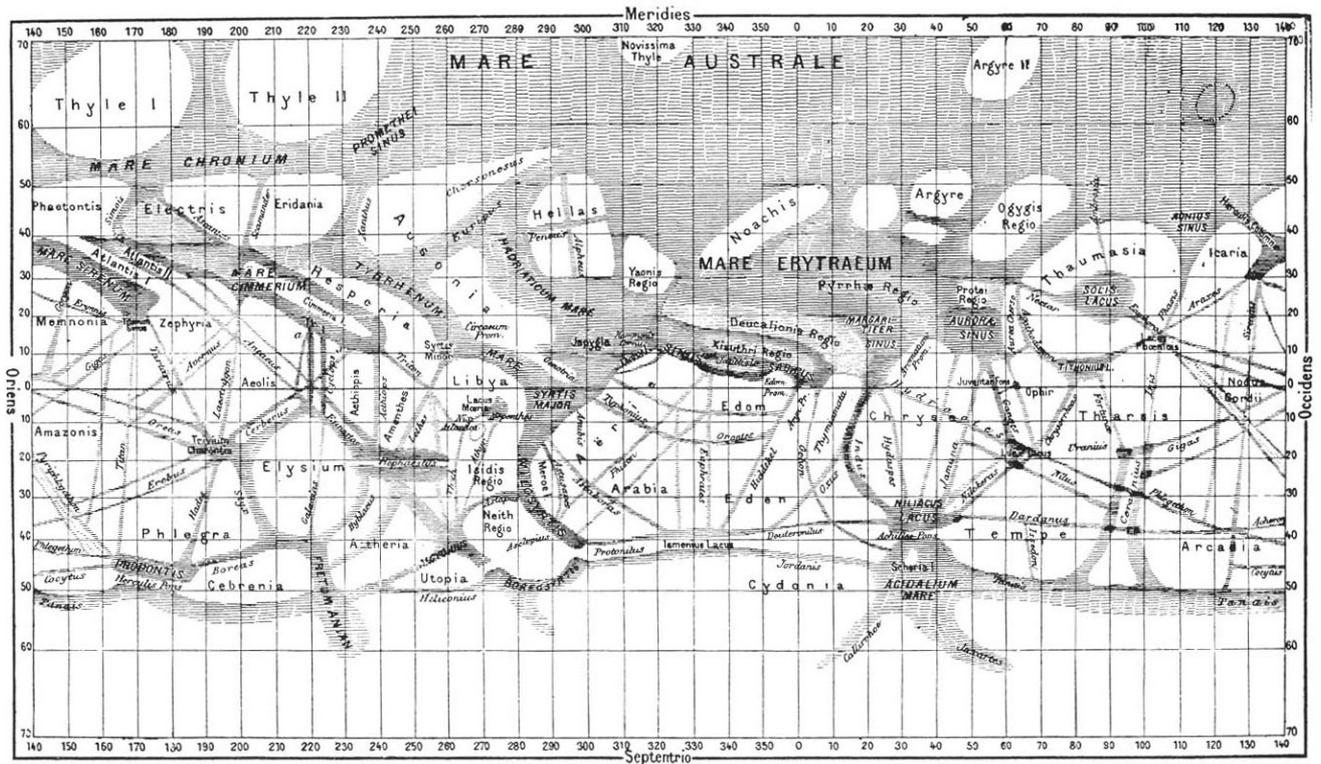


Figure 2 - Carte de Mars faite par Schiaparelli en combinant les observations effectuées entre 1877 et 1886. © Camille Flammarion, La planète Mars, 1892

Phobos) et de formes irrégulières, ces lunes orbitent très rapidement autour de Mars. A partir de 1877, l'astronome italien Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), directeur de l'Observatoire de Milan, réalise des cartes de Mars très élaborées. Il instaure la nomenclature des noms des sites martiens encore utilisée aujourd'hui. Il décrit également à la surface des lignes qu'il nomme « canali » (Fig. 2.): des structures très controversées, à la limite de la perception de l'œil, qu'il est alors le seul à distinguer. La traduction de ce terme amènera au concept de « canaux » martiens, un choix de mot qui entraînera l'une des plus grandes légendes martiennes. En effet, en cette fin de XIXème siècle où fut percé le Canal de Suez, le terme « canaux » suggère l'aspect

artificiel de ces lignes et leur réalisation par une race extra-terrestre intelligente, une théorie fermement défendue par Percival Lowell (1855-1916). Il n'en faut pas plus pour stimuler l'imagination du monde entier envers la planète rouge, et de plus en plus d'astronomes parviendront à distinguer – par le pouvoir de la suggestion - les canaux de Schiaparelli et même d'autres. Depuis le XIXème siècle, les progrès de l'observation via les capteurs CCD et les sondes spatiales ont permis d'infirmer l'existence des canaux martiens, qui ne sont ni plus ni moins que des interprétations humaines de détails trop infimes pour être vus distinctement à l'œil. Cependant, l'image de Mars comme une planète couverte d'océans va s'étioler rapidement. William Wallace Campbell

(1862-1938) mesure le spectre de la lumière martienne en 1896 et indique qu'il ne trouve « aucune différence entre les spectres de la Lune et de Mars ». L'eau dans l'atmosphère n'est pas détectée et Mars se transforme alors progressivement dans l'imaginaire en une planète aride, froide et désertique. Certains fantasmes sur la présence de végétation et d'eau sur Mars persistent cependant, jusqu'à l'arrivée de la première sonde spatiale à proximité de la planète rouge en mars 1965.

Mars vue depuis l'espace

La conquête spatiale débute en 1957 par le succès du lancement du premier satellite

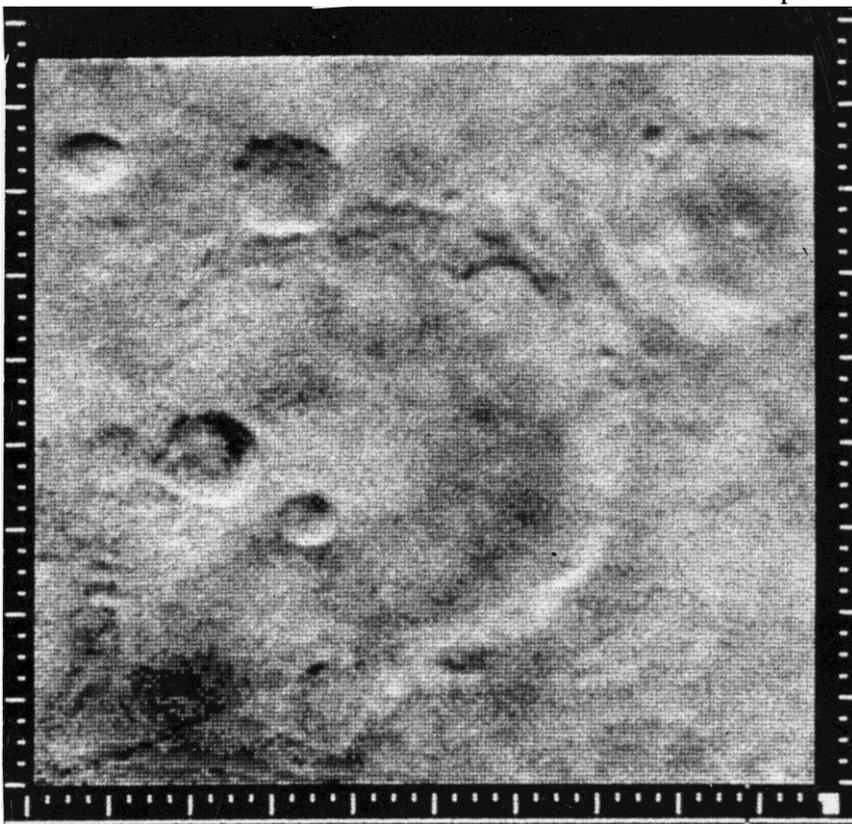


Figure 3 - Image de la surface de Mars prises par la sonde Mariner 4 (Etats-Unis) à une altitude de 12600 km en juillet 1965. © NASA/JPL

artificiel Sputnik 1 par l'URSS. De nombreuses missions spatiales sont programmées aux Etats-Unis et en URSS, à destination de la Lune, de Vénus et de Mars. La première tentative d'approche de la planète rouge est faite par les russes et la sonde Mars 1 lancée en 1962. Après quelques semaines de voyage, les communications avec la sonde cessent brutalement et celle-ci passe, incontrôlable et inutilisable, à 195 000 km de Mars. Elle sera la première d'une longue suite d'échecs et de désillusions pour les russes.

En 1964, les américains rattrapent le retard sur les russes et lancent deux missions à destination de Mars : Mariner 3 et 4. Mariner 3 ne parvient pas à être placée sur la bonne

orbite et seule Mariner 4 continuera jusqu'à Mars qu'elle approchera le 14 juillet 1965, devenant la première sonde humaine fonctionnelle à atteindre une autre planète. Elle prendra 22 photos de Mars à une distance d'environ 15 000 km de la planète dévoilant un paysage martien inattendu (Fig. 3): une surface ancienne (entre 2 et 4 milliards d'années) et cratérisée semblable à la Lune, une atmosphère 160 fois plus ténue que sur Terre et constituée à 95% de dioxyde de

carbone, des calottes polaires de glace carbonique, une température en surface atteignant -100°C rendant l'eau à l'état liquide impossible ! Les résultats de la sonde sont un choc pour les théories du XIXème siècle : Mars devient une petite planète froide, morte et inhabitable.

Durant l'été 1969, quelques jours seulement après les premiers pas de l'Homme sur la Lune, les sondes Mariner 6 et 7 survolent Mars à environ 3500 km d'altitude et des centaines de clichés couvrant 10% de la surface seront envoyés vers la Terre. Le paysage désertique de Mars continue de se dévoiler et aucune trace d'un champ magnétique ne sera mesurée, éloignant encore une fois Mars de notre planète bleue. La révolution arrive en 1971. Après le lancement raté de Mariner 8, la sonde

Mariner 9 parvient à être mise en orbite autour de Mars. Elle devient ainsi la première sonde à orbiter autour d'une autre planète. Malheureusement, lors de l'approche de la sonde, la planète Mars subit une tempête de sable à l'échelle planétaire et la surface reste invisible sous les nuages. Un mois après la mise en orbite, la tempête cesse et la surface se dévoile alors sous les caméras de Mariner 9. Apparaissent en premier lieu

les volcans, dont le gigantesque Olympus Mons, volcan de 25 kilomètres de haut et de 600 kilomètres de large. Apparaissent également des lits de rivières asséchés, des traces d'écoulements anciens (Fig. 4), ainsi que l'immense canyon Valles Marineris qui s'étend sur plus de 4000 km à l'équateur martien. 7239 images seront prises par Mariner 9 en un an d'activité, montrant un nouveau visage de Mars, celle d'une planète riche en histoire à travers sa géologie et montrant des signes d'une activité hydrologique ancienne. Mars aurait-elle ressemblée à la Terre autrefois ?

En 1971, en concurrence des sondes Mariner, l'URSS lance les sondes Mars 2 et 3, équipées d'atterrisseurs. La malédiction continuant, l'atterrisseur de Mars 2 ne fonctionne pas correctement et s'écrase sur

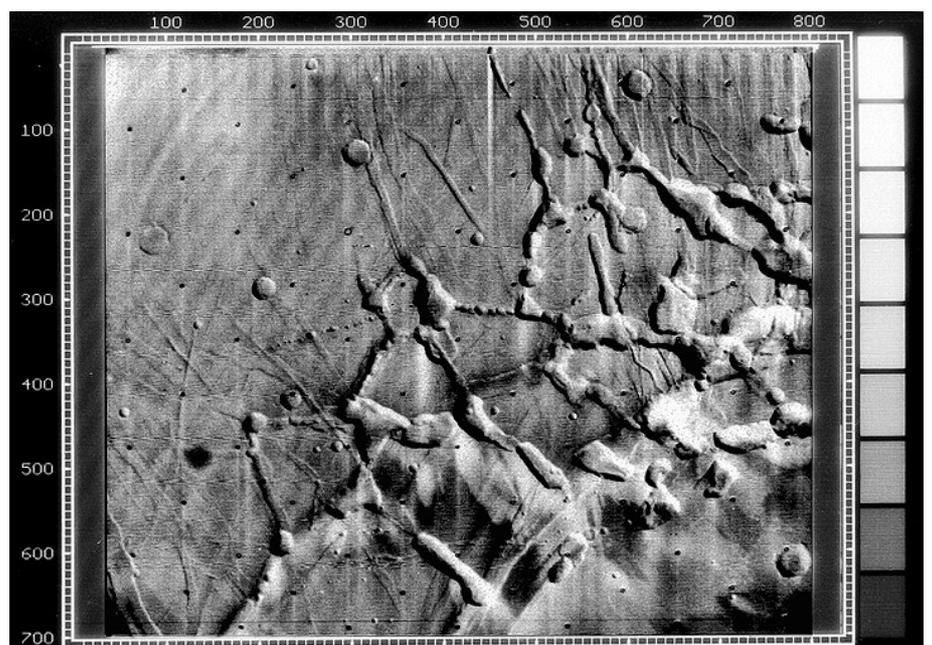


Figure 4 - Images de la surface de Mars prises par la sonde Mariner 9 (Etats-Unis) à une altitude de 1680 km en 1972. © NASA/JPL

Mars. Il devient ainsi - faible consolation - le premier objet humain à toucher le sol martien ! L'atterrisseur de Mars 3 se pose le 2 décembre 1971, en pleine tempête, et prend des images durant quelques secondes avant que le contact ne cesse subitement. Les images reçues avant la perte du signal sont voilées par la poussière et inutilisables. Cependant, les sondes russes parviendront à mesurer la température en différents points de la planète, allant de -93°C à 13°C selon la latitude et l'heure de la journée. En 1974, l'atterrisseur de Mars 6 tombera à son tour en panne lors de sa descente dans l'atmosphère martienne. Il enverra malgré tout des données durant les premières minutes de la descente, mais celles-ci seront en partie illisibles à cause d'un défaut informatique de la sonde. L'URSS connaîtra cependant un succès retentissant avec les sondes Vénéra à destination de Vénus, Vénéra 7 étant la première sonde à se poser à la surface d'une autre planète en 1970. A l'heure actuelle, seule l'URSS est parvenu à atteindre la surface de Vénus.

Après l'échec de la mission Mars Observer en 1992, la NASA décide d'envoyer une

sonde tous les deux ans vers Mars, à chaque position favorable de la planète par rapport à la Terre. En 1997, la sonde Mars Global Surveyor (MGS, NASA) est placée en orbite. Active pendant plus de 9 ans, elle effectuera notamment une carte des minéraux de la surface martienne, dévoilant la présence de concentrations d'hématite, un oxyde de fer qui se forme en présence d'eau liquide. MGS apporte ainsi la première preuve formelle de la présence d'eau liquide dans le passé à la surface de Mars. Elle détectera aussi la présence d'un champ magnétique fossile, signe d'une planète « vivante » par le passé, semblable à la Terre.

En 2001, Mars Odissey (NASA) se place en orbite et permet grâce à ses instruments de déterminer la présence de glace d'eau dans le sous-sol martien aux hautes latitudes. Aujourd'hui, Mars Odissey est toujours opérationnelle et continue d'effectuer ses mesures. L'Europe entre en jeu avec la sonde Mars Express en 2004, équipée d'un rover qui tombe en panne avant d'atteindre le sol. L'orbiteur continue seul sa mission, photographiant en 3 dimensions la surface de Mars et dévoilant notamment la présence

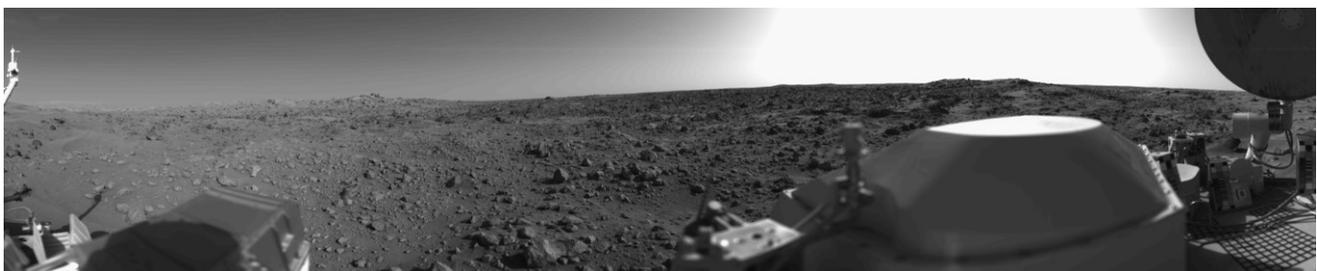


Figure 5 - Première image panoramique de Mars prise par Viking 1 en 1976. © NASA

de méthane dans l'atmosphère, signature sur Terre des processus biochimiques et volcaniques. Enfin, à partir de 2005, la sonde Mars Reconnaissance Orbiter (NASA) et sa caméra haute résolution HiRise permettront de réaliser des cartes d'une précision de 20 à 30 mètres par pixel, permettant de voir les plus fines structures géologiques depuis l'espace. Le passage répété de la sonde au-dessus des mêmes structures permet de suivre leur évolution au fil des saisons et des mois et a permis de détecter indirectement des écoulements saisonniers d'eau salée à la surface en 2015. A ce jour, la sonde est toujours en fonction.

Ces observations faites en orbites sont rapidement complétées par des observations in situ. De nombreuses sondes se posent à la surface et dévoilent le véritable paysage martien.

Mars vue depuis Mars

Dans les années 70, les résultats des missions Mariner et les traces d'activités hydrologiques détectées laissent ouverte la porte pour la vie sur Mars. Les missions Vikings (NASA), composées d'un orbiteur et d'un

atterrisseur, sont conçues dans le but de trouver des traces de vie martienne. La sonde Viking 1 est posée à la surface de Mars le 20 juillet 1976 et envoie les premières images du sol (Fig. 5). Apparaissent alors des roches martiennes de plusieurs dizaines de centimètres éparpillées sur le sol et des dunes semblables aux déserts terrestres. Viking 2 touchera le sol le 3 septembre 1976 à environ 7400 km de Viking 1. Les deux sondes analyseront le sol martien à la recherche de vie, sans succès. Initialement conçus pour une durée de vie de 90 jours, Viking 2 émettra pendant 4 ans, Viking 1

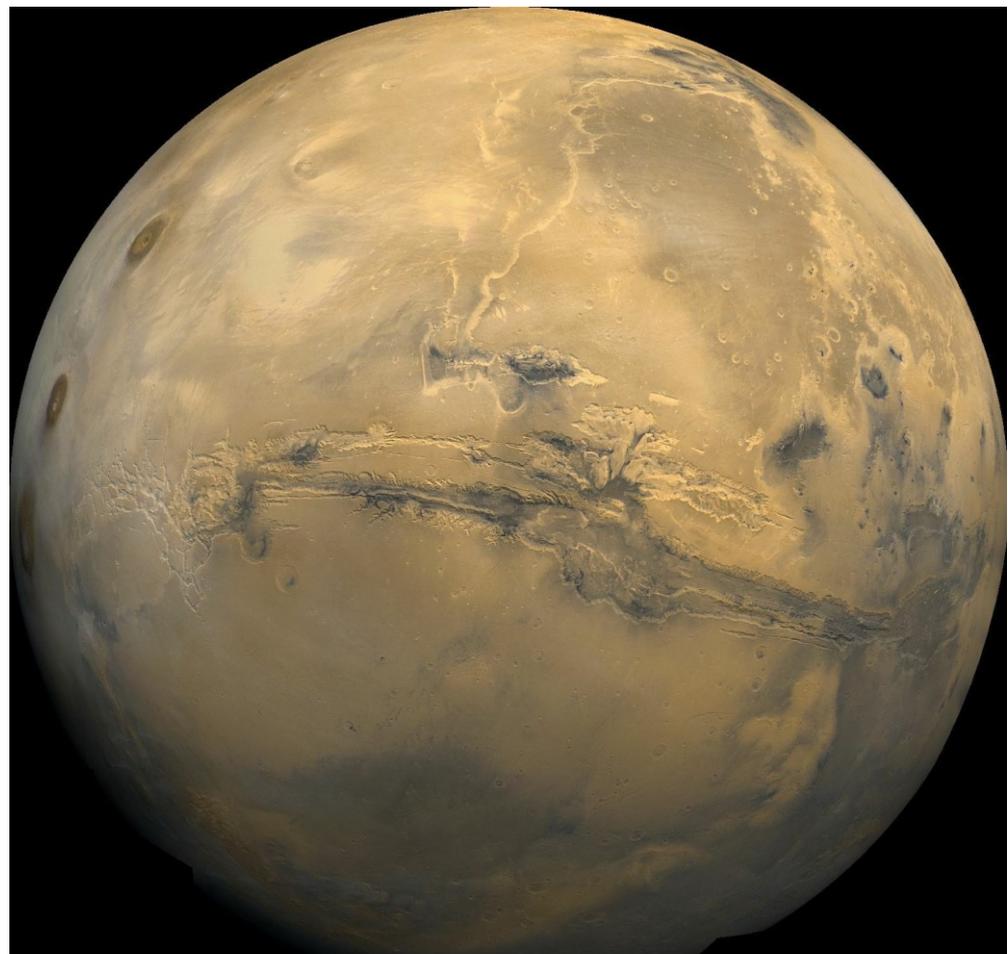


Figure 6 - Mosaïque de 100 photographies prises par les sondes Viking durant les années 70. Sur cette image, on aperçoit clairement le canyon Valles Marineris au centre, ainsi que les volcans de la chaîne Tharsis à l'Ouest. © NASA

pendant 6 ans. Parmi les informations recueillies par les sondes : des données atmosphériques, météorologiques, géologiques et une cartographie haute résolution par les orbiteurs (Fig. 6). Enfin, et par surprise, les missions Viking parviendront à détecter de la glace d'eau sous la calotte polaire nord, en quantité suffisante pour recouvrir Mars d'un océan global de 10 à 40 mètres d'épaisseur. L'eau ne pouvant subsister à l'état liquide sur Mars, ceci n'est qu'une image.

Le renouveau dans l'exploration au sol arrive en 1997 avec la mission Mars Pathfinder (NASA), première sonde mobile ou « rover ». Suivront ensuite, en 2004, les célèbres rovers Spirit et Opportunity de la

mission Mars Exploration Rover. Tout comme Pathfinder, ces sondes mobiles permettant d'analyser les roches et d'étudier la géologie de différents sites. Initialement conçus pour vivre 90 jours, ou une autonomie de 600 mètres en déplacement, le rover Spirit finira sa course enlisé dans le sable en 2010 après un voyage de 7 kilomètres et ne donne aujourd'hui plus aucun signal. Opportunity a, quant à lui, dépassé les 42 kilomètres de voyage en 2015 et est toujours en activité.

L'avantage de la présence de rovers à la surface de Mars est de pouvoir visualiser et analyser les phénomènes météorologiques et géologiques localement. Ainsi, les rovers ont été témoins de nombreuses tempêtes ou



Figure 7 - Autoportrait du rover Curiosity sur Mars le 5 août 2015. La trace grise au sol est la marque d'un forage réalisé par le rover. © NASA/JPL-Caltech/MSSS

de tornades de poussières appelés « dust devils », et constituent des témoins précieux pour l'étude de ces phénomènes atmosphériques. Ils ont également pu confirmer la présence de billes d'hématite, cet oxyde de fer détecté en orbite par la sonde Mars Global Surveyor dix ans plus tôt. Ainsi les rovers confortent l'idée d'une planète Mars façonnée par l'eau dans un lointain passé.

Plus récemment, à partir de l'été 2012, la mission Mars Science Laboratory (NASA), plus connue sous le nom de Curiosity (Fig. 7), a permis de relancer la recherche de la vie martienne. L'objectif est de déterminer si l'environnement martien fut autrefois propice à la vie. Curiosity est équipé de deux laboratoires destinés à l'analyse des composés organiques et minéraux contenus dans les échantillons de sol, ainsi que d'un laser (ChemCam) pour l'analyse à distance des roches. A ce jour, Curiosity a observé de nombreuses traces géologiques concernant

la présence passée d'eau liquide, mais aucune trace de vie organique n'a pour le moment été détectée. Après avoir dépassé les 10 kilomètres de trajet en 2015, Curiosity poursuit sa mission d'exploration du cratère Gale qui a pu, il y a 2 milliards d'années, être occupé par un lac.

La prochaine étape clé dans l'exploration de Mars sera l'exploration humaine. Le premier Homme sur Mars devrait arriver au cours des prochaines décennies. Pour l'instant nous pouvons continuer de rêver devant les films et livres de science-fiction, alimentés par les résultats scientifiques de ces trois derniers siècles. Les martiens ne sont pas près de nous rendre visite.

Par Andy Richard, médiateur scientifique en astronomie – Palais de la Découverte (Paris)

Contact : andy.richard@universcience.fr