



# La planète Mars

### PLANÈTE ROUGE



Mars est la planète du système solaire qui ressemble le plus à la Terre : elle possède une atmosphère, des pôles glacés, des volcans, des nuages, des tornades... Mais la ressemblance s'arrête là : l'absence d'eau liquide en surface et l'extrême ténuité de son atmosphère condamnent la planète rouge à la stérilité. Pourtant cela n'a pas toujours été le cas. Dans sa jeunesse, il y a des milliards d'années, l'eau coulait à sa surface formant des lacs et des rivières – peut-être même un océan – dont les traces sont encore visibles. Il se pourrait alors que la vie s'y soit développée sous une forme primitive. C'est pour connaître les secrets de son passé et les richesses qu'elle renferme encore dans son sous-sol que, depuis les années 1960, de nombreuses missions spatiales lui ont rendu visite, d'abord à distance puis en posant sur elle des sondes et enfin, depuis quelques années, en y installant des robots. Et, à en croire les projets des agences spatiales américaine (NASA) et européenne (ESA), des vols habités se profileraient à l'horizon.

### PROFIL MARTIEN

- **Âge** : 4,5 milliards d'années.
- **Distance au soleil** : entre 207 et 249 millions de km, car son orbite est excentrique (en forme d'ellipse). La Terre, elle, se trouve à une distance moyenne du Soleil de 149,6 millions de km (orbite quasi-circulaire).
- **Taille** : 6 779 km de diamètre, soit un peu plus de la moitié de la taille de la Terre (12 738 km).
- **Masse** :  $6,24 \cdot 10^{23}$  kg, à peine 11 % de la masse terrestre, ce qui explique sa faible densité.
- **Gravité en surface** :  $3,72 \text{ m.s}^{-2}$ , soit 0,38 fois la gravité terrestre.
- **Durée du jour** : 24 h 39 min 35 s.
- **Durée de l'année** : 669 jours martiens, soit 687 jours terrestres.
- **Atmosphère** :
  - sa pression est de 6 hPa, ce qui équivaut à 0,6 % de la pression de l'atmosphère terrestre.
  - composition : gaz carbonique (95,3%), azote (2,7%), argon (1,6%), oxygène (0,13 %) et de nombreuses poussières minérales en suspension.

### Deux Satellites :



- **Phobos** : d'une taille de 10 à 14 km. Phobos gravite à 6 340 km de la surface martienne et accomplit sa révolution

autour de la planète en 7 heures et 39 minutes.

- **Déimos** : d'une taille de 5 à 7 km,



Déimos gravite à 20 000 km de la surface martienne et accomplit sa révolution autour de la planète en 1 jour 6 heures et 18 minutes.

### LA COULEUR DE MARS

En réalité Mars-la-Rouge est orangée, couleur de la rouille, car son sol est recouvert d'une couche de poussière contenant une forte proportion (entre 17 % et 18 %) de **fer oxydé**, ou oxyde ferreux. Selon



les analyses effectuées sur des météorites martiennes qui se sont abimées sur la Terre, le sol de Mars est deux fois et demi plus riche en fer que le sol terrestre. Pourtant, Mars et la Terre ont globalement la même composition. Mais si une grande partie du fer présent sur la Terre a « coulé » vers le centre du globe lors de sa formation, sur Mars, la faible gravité – à peine 0,38 fois la gravité terrestre – n'a pas été suffisante pour garantir efficacement le même processus de chute du fer. Aussi, celui-ci est resté à une concentration élevée dans toute la croûte planétaire. L'oxygène et l'eau (présents pendant la jeunesse de Mars) ont alors oxydé le fer et l'érosion s'est chargée de répartir uniformément une couche de poussière d'oxyde sur toute la



surface, donnant à la planète sa **couleur caractéristique**.

### LA VIE SUR MARS

C'est la grande énigme : on ignore encore si Mars a vu éclore la vie et si celle-ci est encore présente quelque part sous la surface. En 1996, des chercheurs avaient cru déceler dans une météorite martienne (**ALH84001**) découverte en



Antarctique des traces de vie datant de 3,6 milliards d'années. Mais depuis, cette « découverte » a été invalidée. Ce qui est certain, c'est qu'aucune forme de vie ne pourrait aujourd'hui subsister en surface à cause de l'agressivité des radiations solaires et de la grande réactivité chimique du sol. Toutefois, il y a quelque 3,5 milliards d'années, les conditions climatiques étaient semblables à celles de la Terre qui, à cette époque déjà, abritait une forme de vie élémentaire (bactéries). Toujours est-il que si la vie s'est développée sur Mars, elle est restée très primitive, n'ayant pas eu le temps d'évoluer avant que la planète ne perde son atmosphère et donc sa protection contre les rayons solaires. Il existe néanmoins une probabilité – assez faible – que des organismes vivants se cachent sous la surface, près d'une source de chaleur (volcanisme), dans un milieu stable riche en eau liquide... mais cela reste fort spéculatif. Il n'empêche que la recherche de vie, ou de ses traces, est une des priorités des dernières missions envoyées sur Mars, ce qui pourrait nous réserver des surprises.

### L'EAU SUR MARS

Le relief de Mars abonde de structures géologiques ressemblant à nos lits de rivière, nos bassins lacustres, nos réseaux ramifiés de fleuves. On y décelé même des **traces de ruissellements** sur les



flancs montagneux... Mais de l'eau liquide, pas une goutte ! Il n'empêche que, pour les spécialistes, ces reliefs sont la preuve d'un passé martien vraisemblablement gorgé d'eau, il y

a plus de 3 milliards d'années. On pense que le sous-sol, aujourd'hui profondément gelé, recelait des nappes phréatiques et des cours d'eau souterrains qui alimentaient fleuves, lacs, et geysers. Selon certains, de la pluie aurait ruisselé à la surface ; et l'hypothèse la plus audacieuse suppose l'existence d'un océan recouvrant tout l'hémisphère nord de Mars... S'il ne fait quasiment plus aucun doute que, dans le passé, l'eau était présente sous forme liquide à la surface et en sous-sol, aujourd'hui elle semble parfaitement absente. Pourquoi ? Ce serait la perte de la plus grande partie de son atmosphère, il y a entre 3 et 3,5 milliards d'années, qui aurait scellé le destin désertique de la planète rouge. En revanche, l'eau subsiste encore à l'état de glace (dans les pôles) et de vapeur (nuages). N'ayant pu explorer le sous-sol martien, on ignore s'il existe des nappes d'eau souterraines, près de sources de chaleur (chambres magmatiques)

### L'ATMOSPHÈRE DE MARS

Mars possède une **atmosphère** très peu dense puisque, au sol, sa



pression n'est que de 6 hPa, l'équivalent de la pression atmosphérique terrestre à 30 km d'altitude ! Elle se compose à 95 % de gaz carbonique, ou dioxyde de carbone. Pour le reste, on trouve de l'azote (2,7%), de l'argon (1,6%), des traces d'oxygène (0,13 %) et de monoxyde de carbone (0,07 %). Comme la faiblesse de la pression interdit à l'eau d'exister à l'état liquide, on la retrouve sous forme de vapeur dans l'atmosphère, à une concentration de 0,03 % (elle subsiste aussi sous forme de glace dans les pôles). Enfin, l'atmosphère est relativement opaque à cause de la présence permanente d'une grande quantité de poussières en suspension. Ce sont principalement les volcans qui, libérant des milliards de  $\text{km}^3$  de vapeur d'eau, auraient produit l'atmosphère martienne, il y a plus de quatre milliards d'années. De fait, dans le passé, elle semble avoir été plus dense mais on suppose qu'une partie a réagi chimiquement avec la surface pour former des corps solides (carbonates) et que l'autre s'est « échappée » vers l'espace, à cause de la faiblesse de la gravité – à peine 38 % de la gravité terrestre.

Cette fuite de l'atmosphère aurait été accentuée par la violence des



**impacts de météorites** qui ont criblé la planète, surtout durant le premier milliard d'années de son existence.

### CLIMAT ET SAISONS MARTIENS

Comme l'ont montré les mesures météorologiques effectuées par les sondes **Viking** entre 1976 et 1979,



Mars connaît, à l'instar de la Terre, quatre saisons. Mais les températures y sont nettement moins favorables, puisque la moyenne se situe en deça de  $-50^\circ\text{C}$  (pour environ  $+15^\circ\text{C}$  sur Terre). De plus, la planète possède une très médiocre « inertie » thermique c'est-à-dire une faible capacité à emmagasiner la chaleur reçue du soleil et à la répartir sur toute la surface du globe. Aussi l'amplitude des variations de température entre le jour et la nuit est très marquée : si, en plein été, les  $20^\circ\text{C}$  peuvent être atteints durant le jour, la nuit venue, la température chute à  $-100^\circ\text{C}$  (elle descend jusqu'à  $-125^\circ\text{C}$  aux pôles). Trois raisons à cela :

- l'absence d'océans qui, sur Terre, sont de véritables réservoirs thermiques ;
  - un sol qui absorbe peu la chaleur ;
  - une atmosphère trop ténue, incapable de jouer, comme sur Terre, le rôle de piège à chaleur (effet de serre).
- Les tempêtes de poussière sont les seuls phénomènes qui contribuent à réchauffer localement l'air martien. En effet, à cause des poussières en suspension, l'air devient opaque et emprisonne les rayonnements solaires, ce qui fait croître la température de plusieurs dizaines de degrés.

### Des tempêtes « globales »

Le phénomène sans doute le plus spectaculaire qu'offre Mars est celui des tempêtes de poussière « globales ». Par un effet de type « réaction en chaîne » une petite tempête de poussière circonscrite localement peut envahir progressivement l'atmosphère de

### Carte d'identité

4,5 milliards d'années  
Âge de la planète Mars.

6 779 km  
Diamètre de Mars.

$6,24 \cdot 10^{23}$  kg  
Masse de Mars.

Deux  
Nombre de satellites de Mars :



Déimos



$-50^\circ\text{C}$   
Température moyenne sur Mars.

$20^\circ\text{C}$   
Température maximale.

$-125^\circ\text{C}$   
Température minimale.



3 500 km  
Longueur du canyon Valles Marineris.

Olympus Mons



Hauteur : 20 000 mètres

Diamètre : 600 km

la planète jusqu'à en voiler entièrement la surface. Alors Mars ne présente plus aux yeux des observateurs qu'un visage orangé uniforme, comme cela s'est produit en 2001, où une tempête, partie des bords de la calotte polaire sud en juin et s'amplifiant à un rythme de 2 000 km par jour, a inondé la planète en à peine deux mois. On ignore le mécanisme mis en jeu dans ce bouleversement météorologique, d'autant plus que ces tempêtes globales ne sont pas régulières. Ce que l'on sait en revanche, c'est que les paramètres climatiques en sont totalement modifiés car la présence d'une grande quantité de poussières en suspension réchauffe l'atmosphère. La première tempête globale à avoir jamais été observée s'est produite en 1956. La plus violente date de 1971.

### LES VOLCANS DE MARS

Les volcans géants sont une des caractéristiques de la planète rouge. Particulièrement nombreux dans les régions martiennes de Tharsis et de Elysium, ils semblent avoir été actifs il n'y a pas si longtemps – peut-être 10 millions d'années –, ce qui est peu à l'échelle de temps géologique. On en distingue trois sortes :

• Les « **Boucliers** » : un diamètre à la



base de l'ordre de 5 000 km pour une altitude de 5 km, avec une « caldeira » (cheminée) centrale. Ils se sont formés progressivement par superposition de coulées de lave. Ce sont les cousins géants des volcans hawaïens.

• Les « **Tholus** » : ce sont des volcans plus petits que les « Boucliers » mais proportionnellement plus escarpés, ce qui indique une lave relativement visqueuse.

• Les « **Paterae** » : de quelques



centaines de kilomètres de diamètre à la base, ils témoignent d'un volcanisme « explosif » avec une émission de vapeur d'eau sous pression (chauffée par le magma) puis un écoulement de lave.

Le volcan martien qui remporte la palme du gigantisme de tout le système solaire est sans aucun doute **Olympus Mons** : plus de 20 000 m de hauteur



pour 600 km de diamètre à la base ! Sa caldeira, qui est composée de six

caldeiras emboîtées, a un diamètre de 80 km. Ce colosse est un volcan de type « Bouclier ».

### STRUCTURE INTERNE DE MARS

Mars est riche en structures géologiques diverses. On y trouve notamment des milliers de cratères



dont les diamètres peuvent atteindre plusieurs centaines de kilomètres. La grande majorité s'est formée lors du bombardement massif de météorites qui a marqué les premières années d'existence de la planète rouge, il y a entre 4,5 et 3,8 milliards d'années. On y découvre également des volcans, des rivières et des plaines de lave, des rides et des failles ainsi que des structures « fluviales », creusées par des rivières et des lacs aujourd'hui disparus. Le sol, jonché de rochers, est recouvert d'une fine couche de **poussière orangée**.



Quant au sous-sol, il est gelé sur plusieurs kilomètres de profondeur (entre 1 et 7 km). Nommé « pergélisol », il a une structure relativement poreuse gorgée de glace. Les planétologues pensent que, sous la couche de pergélisol, l'eau pourrait se trouver sous forme liquide, grâce au flux de chaleur émanant du manteau martien. En revanche, on ignore si le noyau ferreux de la planète est encore liquide – c'est le cas du noyau terrestre – ou si celui-ci s'est solidifié après avoir évacué la majeure partie de sa chaleur vers l'extérieur.

### UNE BLESSURE SUR MARS

La croûte de Mars s'est beaucoup déformée dans le passé (relativement

récent), provoquant notamment l'apparition en surface de deux types de structures :

• des failles géologiques qui ont déclenché des effondrements et la formation de « canyons » (comme celui du Colorado aux États-Unis),  
• des rides compressives qui ont engendré de petites « vallées » ne dépassant pas les 300 mètres de hauteur.

En particulier, Mars présente sur une de ses faces, près de l'équateur, une immense « balafre », qui est en réalité un canyon : **Valles Marineris**. C'est



une entaille longue de 3 500 km, large de 300 km et profonde de 7 km, qui s'est produite quand la région voisine – Tharsis – s'est bombée, ce qui a étiré puis déchiré la croûte et créé des failles. La structure a alors subi des effondrements à la suite de nombreux glissements de terrains. Valles Marineris, qui ressemble à la faille est-africaine (rift) en bien plus grand, détient le record du plus grand canyon du système solaire.

### LES PÔLES DE MARS

Comme la Terre, Mars possède deux pôles matérialisant l'axe de rotation de la planète sur elle-même. Froids, car moins exposés aux rayons solaires que les autres régions, ces pôles sont constitués d'une épaisse couche permanente d'eau gelée mélangée à des sédiments et des poussières, s'étendant sur des milliers de mètres d'épaisseur et 1 000 km de diamètre.



Toutefois, en surface, les deux pôles se distinguent. Le **pôle Nord** est recouvert

d'une couche de glace d'eau pure qui durant l'été (de l'hémisphère Nord) se vaporise pour former des nuages. Quant au pôle Sud, il est recouvert d'une calotte de « neige carbonique » (dioxyde de carbone solidifié) permanente dont l'épaisseur atteint quelques dizaines de mètres pour un diamètre de l'ordre de 400 km. Ajoutons enfin que durant l'automne et l'hiver de chacun des hémisphères, les pôles se couvrent d'une fine couche de neige carbonique qui, le printemps venu, se vaporise dans l'atmosphère. Les températures aux pôles se situent entre -125°C et -130°C.

### HISTOIRE DE MARTIENS

La croyance en de malicieux, voire malintentionnés, « martiens » ne date pas d'hier. Apparue à la fin du **xix<sup>e</sup>** siècle, son principal promoteur a été le millionnaire américain **Percival Lowell** qui, en 1896, a fait construire



un observatoire pour tenter de démontrer l'existence de ces hypothétiques êtres. La preuve de Lowell ? Des structures prétendument artificielles, les « **canaux** », visibles à la surface de Mars. En effet, dans les cartes établies



en 1877 par le directeur de l'observatoire de Milan G. Schiaparelli, la surface de Mars apparaît lardée d'étonnantes lignes droites, que l'astronome nomme des « canaux » (« canali » en italien). Remarquons que le terme « canal » signifie – du moins en français et en anglais – « cours d'eau artificiel ». Toujours est-il que Lowell développe une théorie fondée sur l'idée que les canaux ont été édifiés par le peuple martien pour lutter contre la sécheresse. Il n'en faut pas plus pour que le mythe d'une civilisation intelligente s'enracine dans la croyance populaire. Avec l'amélioration des instruments d'observation au cours du **xix<sup>e</sup>** siècle, les fameux canaux se révélèrent inexistant, mais rien n'y fera : la légende des « petits bonshommes verts » tiendra bon jusqu'aux années 1960... pour être enfin remplacée par la croyance d'extra-terrestres venus de bien plus loin.

### LES NOMS DE MARS

Utopia Planitia, Elysium Mons, Ares Vallis... Les noms martiens d'usage aujourd'hui ont été attribués par le cartographe et astronome **G. Schiaparelli** (1835-1910) dans les cartes martiennes qu'il a dressées à partir de 1877. La nomenclature latine des noms s'organise très simplement :



le premier membre (Utopia, Elysium, Ares, etc) reprend un nom de la mythologie, le second indique le genre géologique de la région tel qu'on pouvait l'apprécier avec les connaissances en géologie du **xxx<sup>e</sup>** siècle. De fait, aux yeux des observateurs de l'époque, Mars présentait des vallées (Vallis), des montagnes et monts (Mons), des plaines (Planitia) et quelques autres structures plus petites ou moins fréquentes.

Nombre d'astronomes succombèrent à la tentation de nommer les terres de Mars, bien qu'ils furent vite dépassés par la qualité et la précision des cartes de Schiaparelli. Par exemple,

l'astronome **Camille Flammarion**,



qui fut aussi un vulgarisateur des sciences, avait dressé une carte en 1877 qui contenait des terres, des mers, des continents et des océans portant les noms des grands scientifiques de la Renaissance et des Lumières : Copernic, Huygens, Galilée, Laplace, etc.

### VOYAGES VERS MARS

En octobre 1960, l'Union Soviétique lance Marsnik 1, la première sonde en direction de la planète rouge... qui s'écrase avant d'avoir pu quitter l'orbite terrestre. C'est seulement le 14 juillet 1965 que les États-Unis atteignent l'objectif : la sonde **Mariner 4** survole



la planète rouge à 9 850 km d'altitude. Munie d'une caméra, elle retransmet à la Terre les premières images « vues de près » de la surface martienne.

D'autres suivront : Mariner 6 et 7. La sonde Mariner 9 est la première à se « satelliser » autour de Mars, le 14 novembre 1971 et cartographie entièrement sa surface. Le 20 juillet 1976, les États-Unis remportent un nouveau défi : le module américain Viking 1 se pose dans la région de Chryse Planitia suivi, quelques jours plus tard, de Viking 2 du côté d'Utopia Planitia. Véritables laboratoires miniatures, leur mission est de détecter d'éventuelles traces de vie (le résultat sera négatif). Le 4 juillet 1997 – après plus de 20 ans de désintérêt – un robot américain, **Sojourner**, est déposé dans



la région martienne d'Ares Vallis et s'y déplace de quelques mètres à la recherche de traces de vie et d'autres données scientifiques. Puis, fin 2003, deux autres robots (Spirit et Opportunity) viennent scruter la surface martienne pendant 3 mois à raison de 100 mètres par jour, tandis que, pour la première fois, une sonde européenne, Mars Express, se place sur orbite...

## Structure interne de Mars

