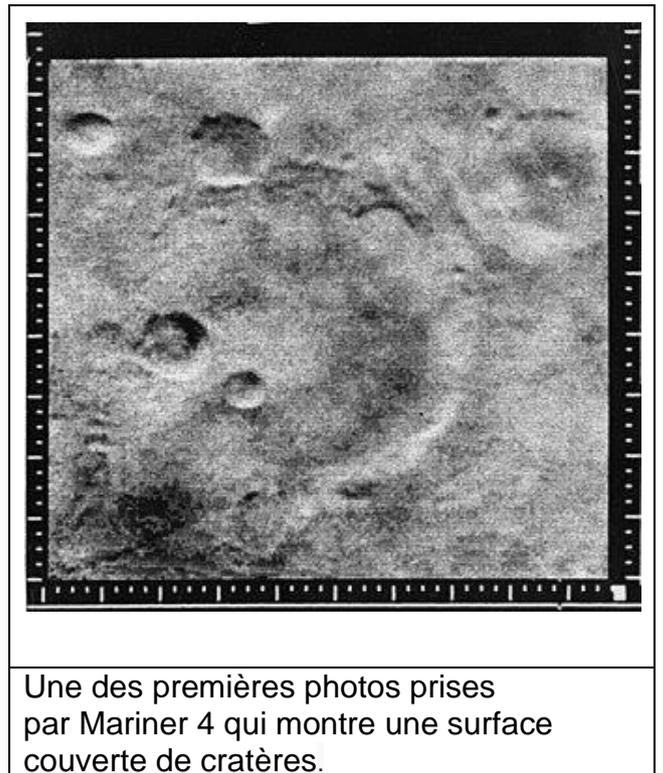


Les sondes martiennes de la NASA



-Sonde spatiale Mariner 4: Après de nombreux échecs des soviétiques et de la Nasa, cette dernière envoie une sonde le 28 novembre 1964 qui survolera Mars le 15 juillet 1965.



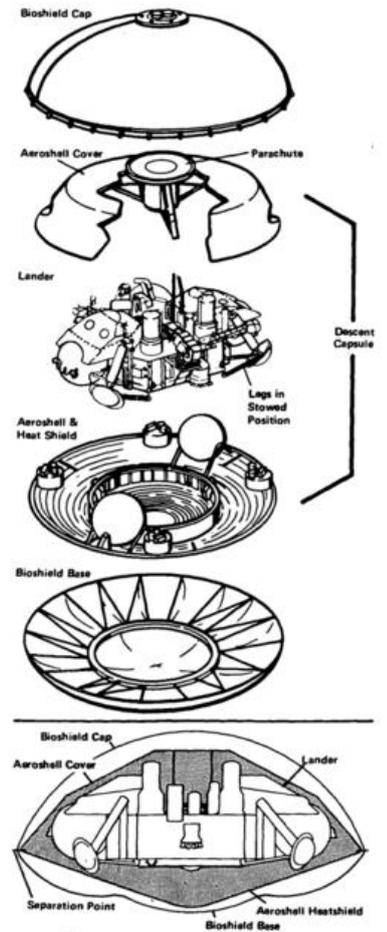
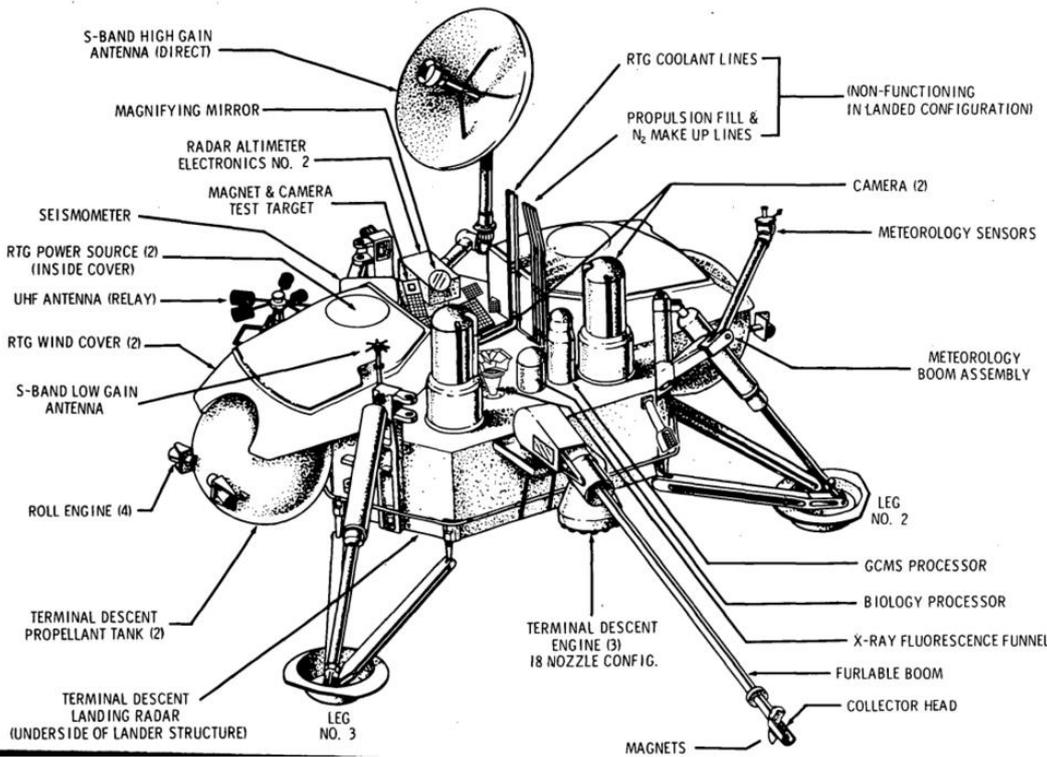
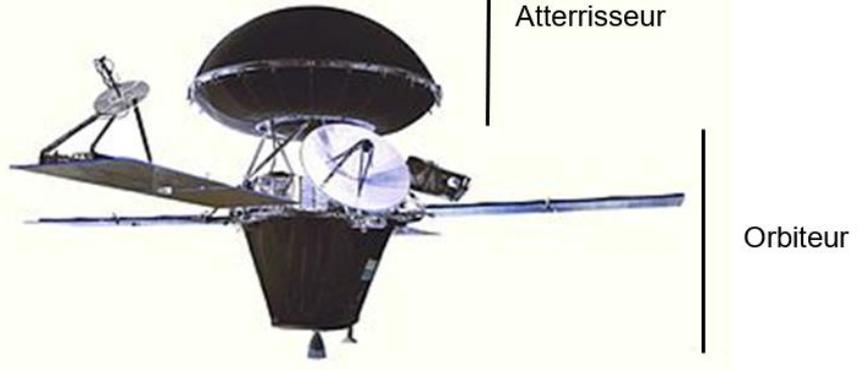
Une des premières photos prises par Mariner 4 qui montre une surface couverte de cratères.

-Sonde spatiale Viking 1 : Elle a été la première sonde américaine composée d'un *orbiteur* - (survol) et d'un *atterrisseur*. Lancée le 20 août 1975 elle est arrivée sur orbite martienne le 21 juin.



-
- Avec les vues prises par l'orbiteur, pendant le premier mois, les ingénieurs ont cherché le meilleur site pour atterrir.
- Orbiteur au départ 883 kg
- Apogée : 33000 km
- Périgée 300-1500 km
- Période 24h

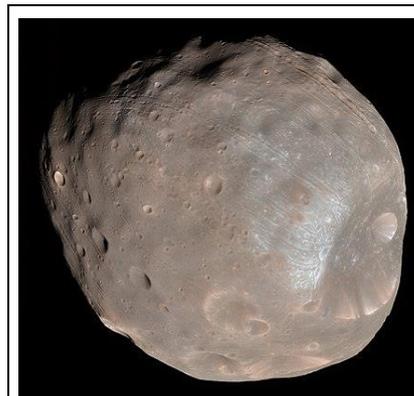
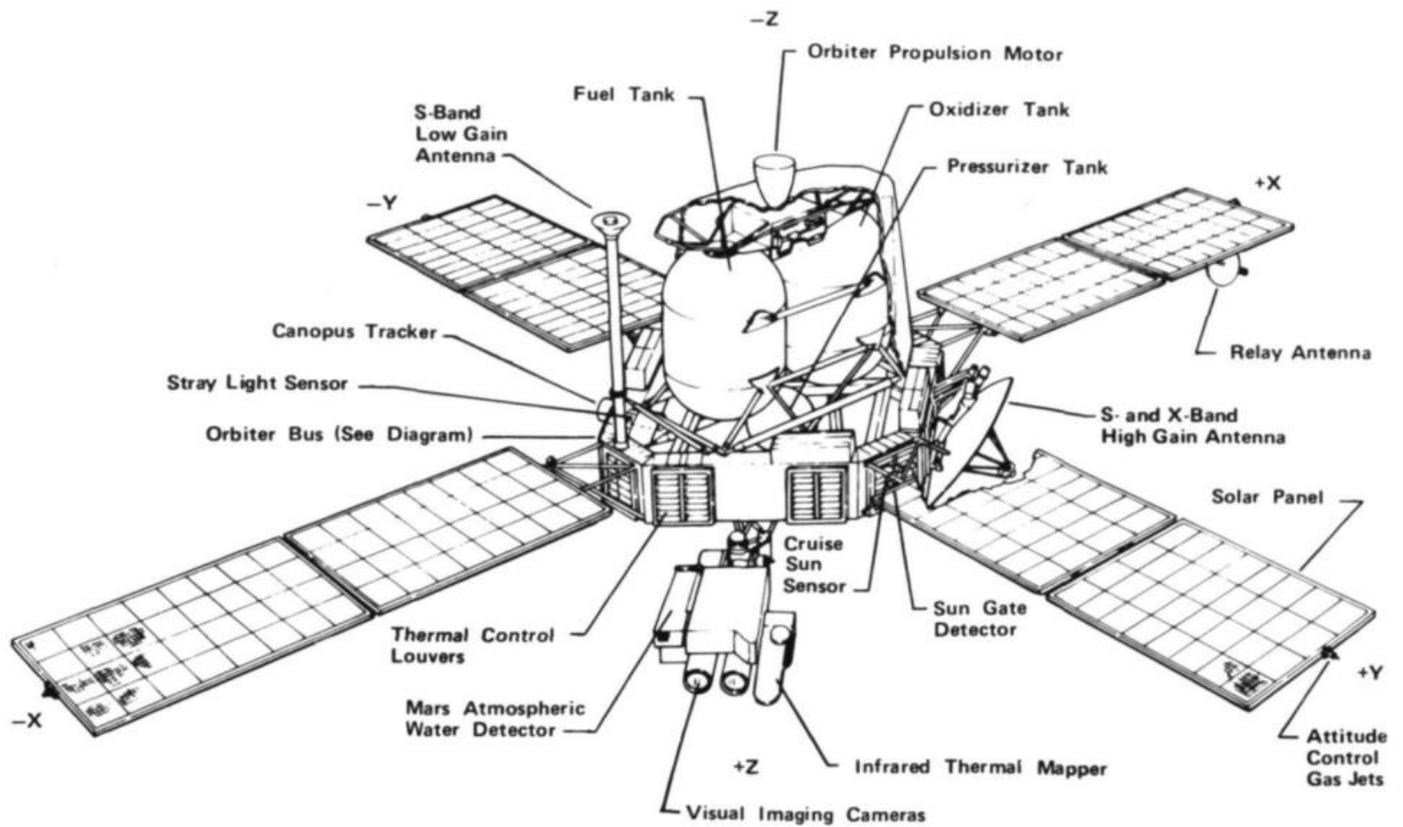
L'atterrisseur s'est posé sur Mars le 20 juillet 1976, premier atterrissage martien réussi de l'histoire. Viking 1 a opéré sur Mars pendant 6 ans et demi ou 2245 jours solaires martiens.



Atterrisseur : Poids 590 kg. Pour le voyage Terre-Mars, il est enfermé dans une capsule.



Aperçu vu depuis l'atterrisseur



Le 12 février 1977, l'orbite de Viking 1 fut modifiée pour permettre un survol de Phobos, « lune » de Mars.

La NASA lance en 1992 l'orbiteur **Mars Observer**, mais trois jours avant la date prévue pour l'insertion sur son orbite martienne, le contact avec la sonde est perdu. L'échec de cette mission particulièrement coûteuse entraîne une révision complète de la stratégie américaine d'exploration du système solaire. La NASA décide de lancer désormais des sondes spatiales moins sophistiquées et à budget serré

Sonde spatiale Mars Odyssey

La sonde spatiale *Mars Odyssey* est lancée de Cap Canaveral, en Floride, le 7 avril 2001 par une fusée Delta II. Elle atteint Mars le 24 octobre

Elle pèse 725 kg au lancement dont 331,8 kg d'ergols pour les moteurs. Outre le moteur servant à l'insertion en orbite, six petits moteurs (22N et 0.9N) servent aux corrections de trajectoire et le contrôle de l'orientation.

Les panneaux solaires, l'antenne et le mât de 6 mètres portant un capteur permettant de déterminer les éléments composant la surface de Mars, ne sont déployés qu'une fois la sonde en orbite.

Les panneaux solaires produisent 750 watts au niveau de l'orbite de Mars

L'objectif scientifique est de dresser une carte de la distribution des minéraux et des éléments chimiques à la surface de Mars. La sonde doit également⁶ :

- déterminer la quantité d'hydrogène stockée à faible profondeur essentiellement sous la forme de glace d'eau ;
- fournir des informations sur la topologie de la surface de Mars ;

Mars Odyssey doit par ailleurs servir de relais pour les télécommunications entre la Terre et les engins américains ou d'autres pays posés à la surface de Mars.

Sonde spatiale MER-A, rebaptisé **Spirit**, a atterri le 3 janvier 2004 dans le cratère «Gusev», une dépression de 170 kilomètres de diamètre qui a peut-être accueilli un lac.

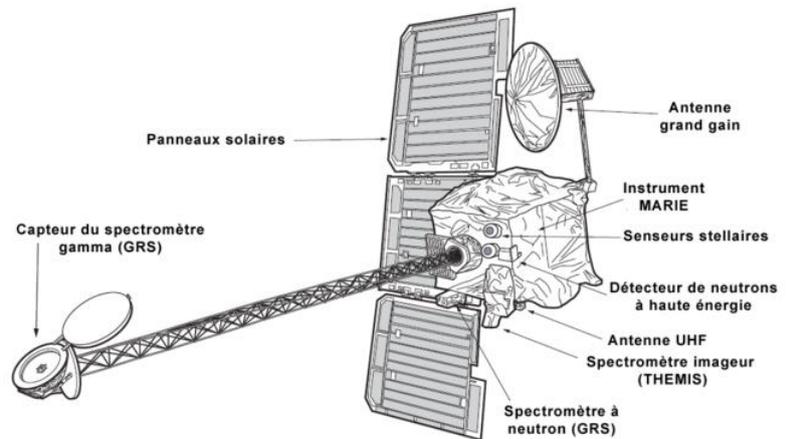
Le rover pèse environ 185 kg, l'énergie électrique est fournie par des panneaux solaires. Il est équipé de trois paires de caméras utilisées pour la navigation et de plusieurs instruments scientifiques : une caméra panoramique située sur un mât à 1,5 mètre de hauteur, un outil pour abraser la surface des roches porté par un bras articulé sur lequel se trouvent également des appareils de mesure pour l'analyse des roches et de l'atmosphère ainsi qu'une caméra microscope.

Le robot a permis d'étudier des phénomènes météorologiques de la planète.

Il a largement dépassé les objectifs qui étaient fixés : parcourir 600 mètres et rester opérationnel durant 90 jours martiens. Il parcourut 7.7 km et fut bloqué par le sable. Il a transmis ses dernières données scientifiques le 22 mars 2010.

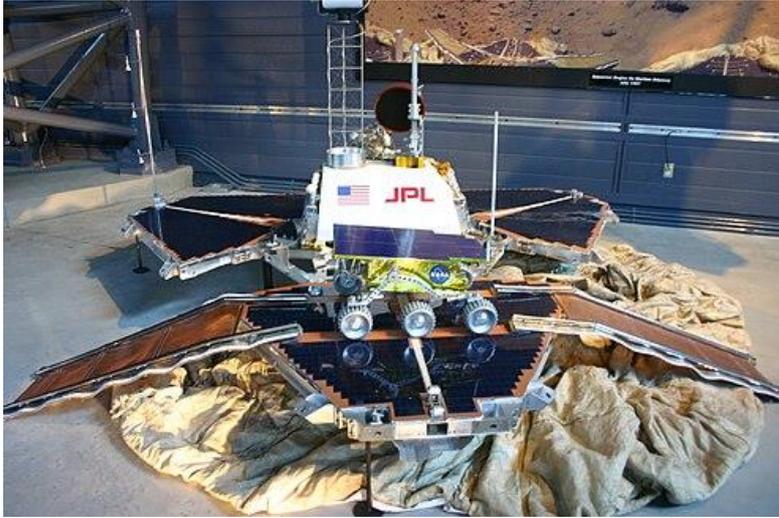
MER-B, frère jumeau de **MER-A** renommé **Opportunity**, s'est posé le 24 janvier 2004 sur « La plaine du méridien ».

Opportunity, après une tempête de sable qui a recouvert ses panneaux solaires, est devenu injoignable.



Sonde spatiale Mars "Pathfinder"

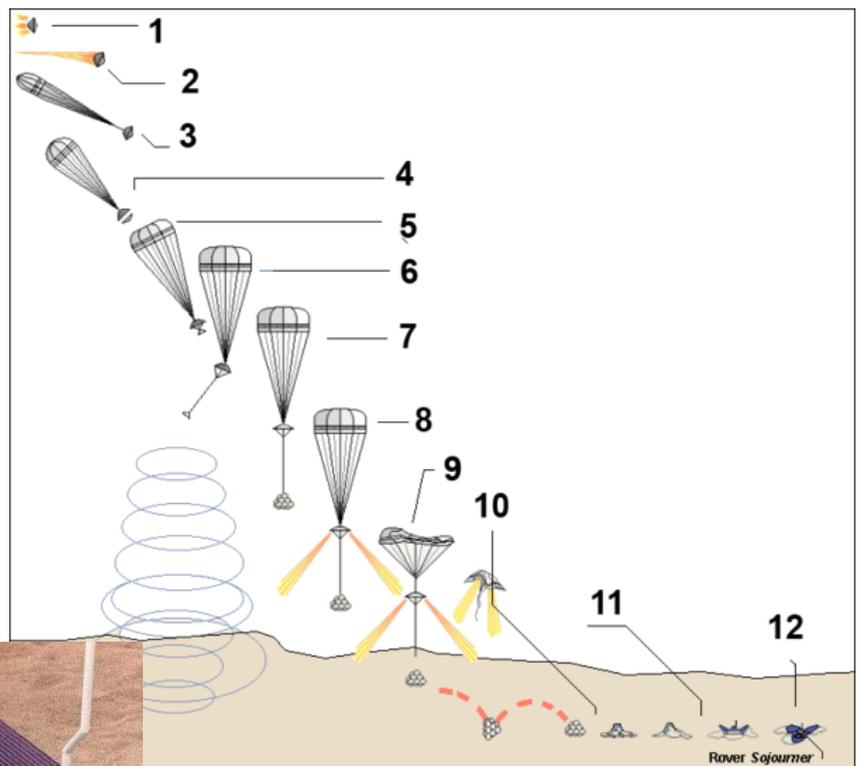
L'engin spatial principal est avant tout un démonstrateur technologique à bas coût qui permet de valider le recours à une nouvelle technique d'atterrissage en douceur sur avec des coussins gonflables. Il utilise pour la première fois sur Mars un petit robot mobile, **Sojourner**.



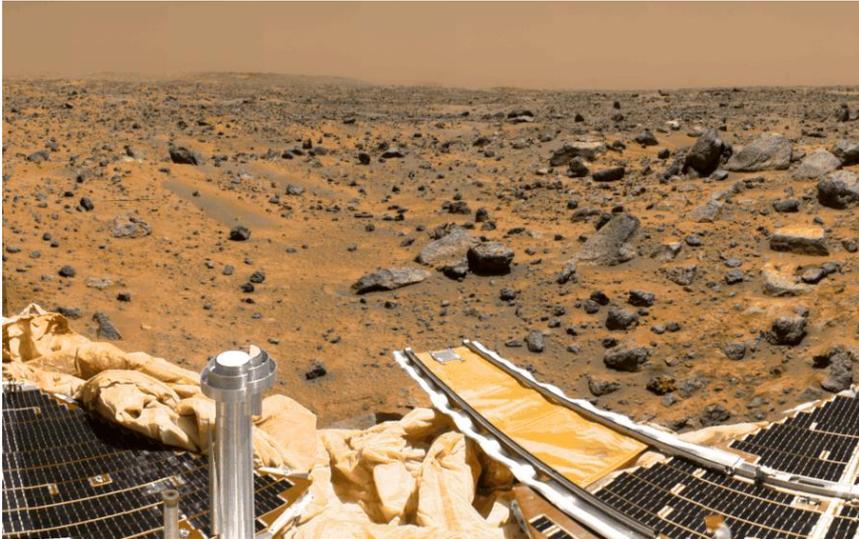
C'est une sonde de type atterrisseur, développée par la NASA, qui s'est posée sur

le sol de la planète Mars le 4 juillet 1997 à « Arès Vallis », dans la région de la «Plaine d'or».

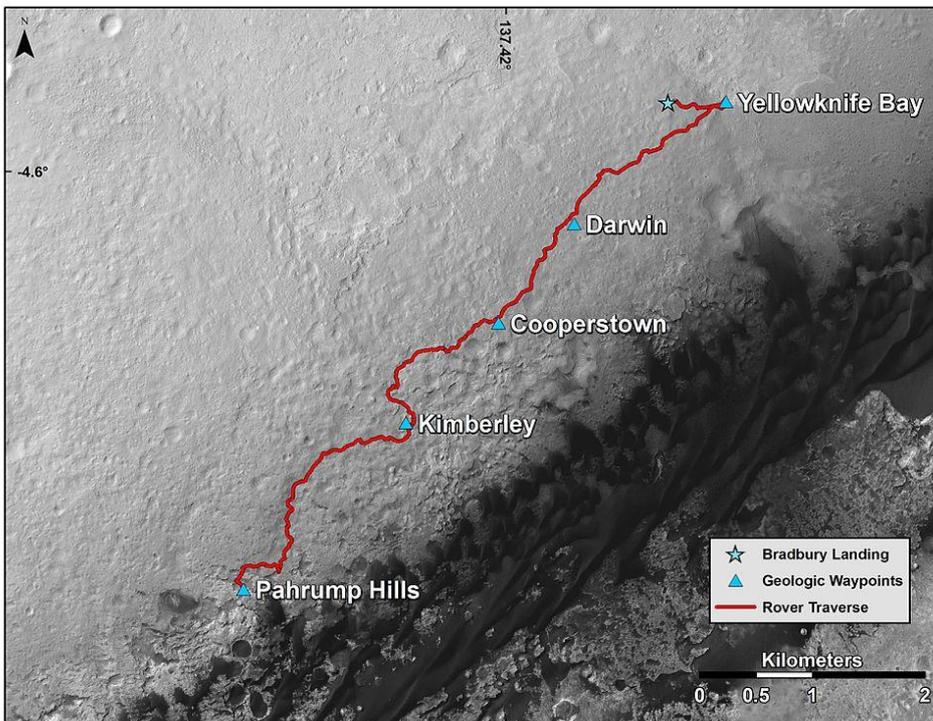
Mars Pathfinder, après avoir atteint Mars, pénètre directement dans l'atmosphère. Les contraintes sont toutefois moins fortes que pour les missions Viking car le système d'airbag permet d'atterrir même sur un sol relativement irrégulier. Le recours à des panneaux solaires impose cependant une latitude à laquelle le Soleil se trouve au zénith à la date d'atterrissage.



Durant son séjour à la surface de Mars, 17 050 images réalisées et transmises et 8,5 millions de mesures de la pression atmosphérique, de la température et de la vitesse des vents martiens ont été effectuées. Le rover a parcouru une centaine de mètres et effectué 230 manœuvres, réalisant l'analyse chimique de seize roches et parcelles de sol différents, répartis sur une surface d'environ 250 m². La mission, qui avait une durée prévue de sept jours, a duré 12 fois plus longtemps.



Cette photo ci-dessus montre les coussins dégonflés et une des deux rampes utilisées par « **Sojourner** » pour descendre sur le sol martien.



Trajet de **Sojourner** :

Yellowknife Bay (20 décembre 2012 - 7 juin 2013), Darwin (11 - 22 septembre 2013), Cooperstown (31 octobre - 14 novembre 2013) et Kimberley (12 mars - 15 mai 2014).

- Phoenix

Phoenix est une sonde spatiale américaine de la NASA qui se pose le 25 mai 2008 sur le sol de la planète Mars dans la région de « Vastitas Borealis » près de la calotte polaire Nord. La sonde spatiale est fixe.

Elle doit analyser sur place la composition du sol et de l'atmosphère pour répondre aux questions soulevées par la confirmation de la présence d'eau au niveau de la calotte polaire par l'orbiteur Mars Odyssey de l'agence spatiale américaine.

Ses principaux objectifs sont de collecter des données permettant de reconstituer le cycle de l'eau sur Mars.



L'engin qui se pose sur le sol de Mars a une masse de 350 kg et dispose de plusieurs instruments (55 kg) comprenant deux petits laboratoires d'analyse chimique alimentés avec des échantillons du sol prélevés par une pelle télécommandée, des microscopes, des caméras et une station météorologique.

Phoenix est la première sonde spatiale à faible coût : 304 millions d'euros

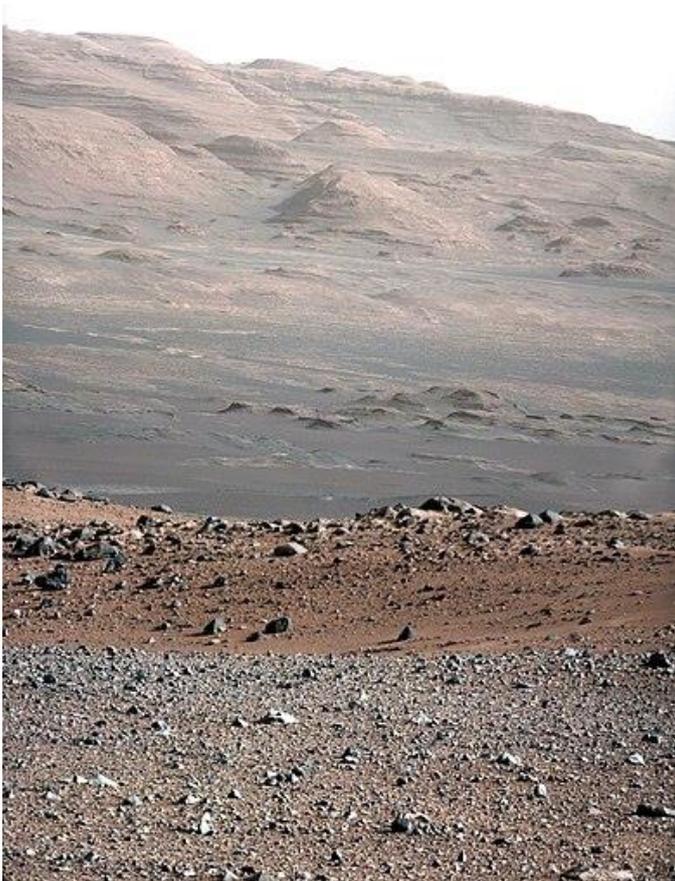
Phoenix creuse neuf tranchées mettant à découvert une couche de glace d'eau présente à faible profondeur. Les caméras permettent d'observer des chutes de neige à haute altitude et le dépôt de couches de givre.

Alors que la durée de sa mission avait été fixée à trois mois, l'engin spatial survit plus de cinq mois.

- **Curiosity** est l'astromobile du « Mars Science Laboratory », qui a été développé par la NASA et s'est posé sur Mars, dans le cratère « Gale », le 6 août 2012. La mission, grâce aux 75 kg d'instruments scientifiques qui équipent le véhicule, doit permettre de déterminer si l'environnement martien a pu, dans le passé, permettre l'apparition de la vie.



Le gravier de la roche a des formes arrondies indiquant qu'il a été roulé dans un cours d'eau (26 septembre 2012)



Vue prise depuis le site d'atterrissage de la base du Mont Sharp. Les reliefs les plus éloignés sont à environ 16 km (les couleurs ont été améliorées).

La phase d'approche jusqu'aux «Parhump Hills» au pied du Mont Sharp comprend quatre arrêts prolongés pour des études géologiques approfondies:

Franchissement de la dune « Dingo Gap » 6 février 2014

Le 1^{er} février le rover approche d'une dune qui barre un passage étroit entre deux collines : Dingo Gap. De nombreuses photos sont prises car les ingénieurs de la NASA (qui se souviennent de la mission du robot Spirit* qui a pris fin en 2009 quand celui-ci s'est enlisé dans une dune) veulent être sûrs que Curiosity peut franchir l'obstacle.

Finalement, le 6 février, la dune est franchie avec succès et l'engin poursuit sa route.



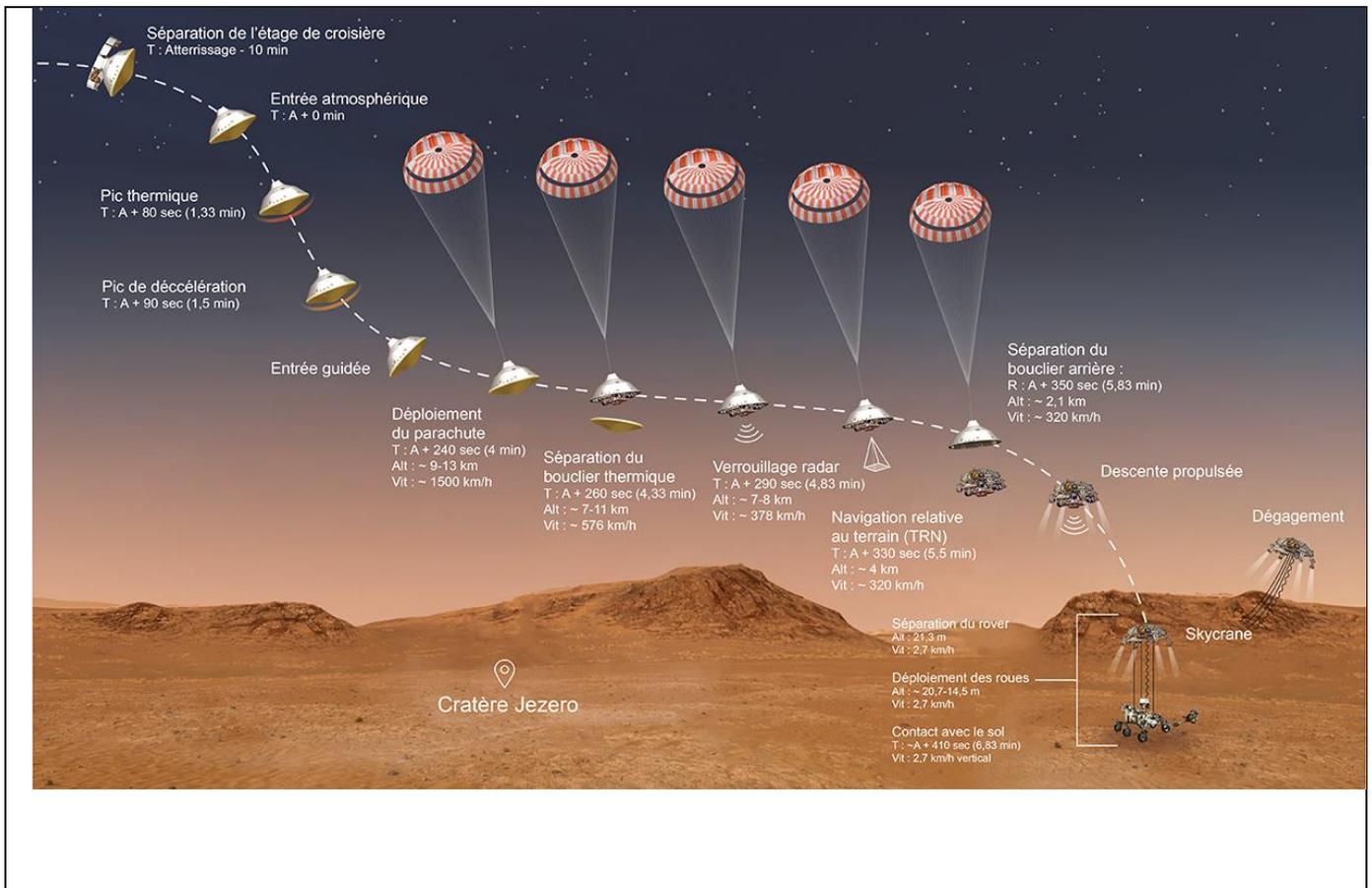
*Spirit : *MER-A (Mars*

Exploration Rover - A), est une mission d'exploration Martienne avec un rover de la NASA, lancé vers la planète Mars en 2003. Sa mission lui a permis de parcourir 7,7 km (objectif de la mission primaire 600 mètres) et de largement dépasser les objectifs scientifiques assignés.

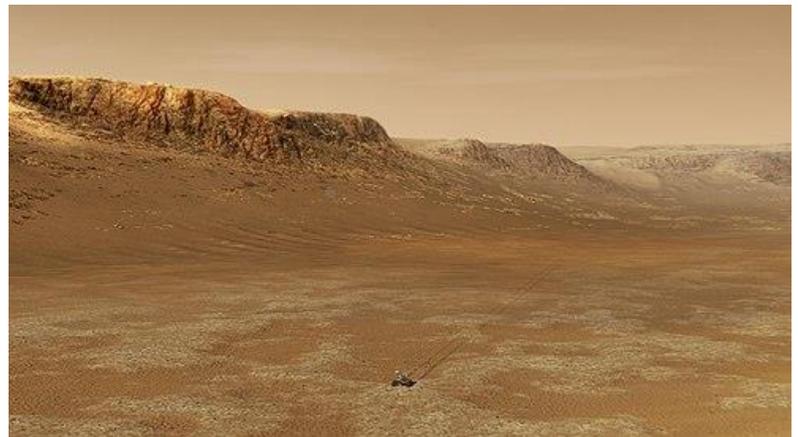
En février 2023 : L'astromobile **Curiosity** poursuit sa mission et est toujours en parfaite santé 10 ans après le début de son périple. Sa mission a été prolongée à quatre reprises, la dernière fois en avril 2022 pour une durée de 3 ans. Il a parcouru à cette date environ 30 kilomètres et s'est hissé de 625 mètres au-dessus du plancher du cratère. Il a pénétré début 2023 dans une zone caractérisée par des dépôts de sulfate correspondant à une période plus sèche de l'histoire de Mars.

Durant son périple **Curiosity** a effectué une analyse approfondie de 41 roches et échantillons de sol. L'astromobile et ses instruments sont globalement en bon état. Toutefois, pour limiter la dégradation des roues, qui se sont avérées trop fragile pour résister aux rochers ayant des arêtes tranchantes, les opérateurs choisissent une trajectoire contournant les terrains comportant ce type de roche.

-Persévérance est une mission spatiale développée par la NASA dont le rover s'est posé le 18 février 2021 à la surface de la planète Mars dans le cratère **Jezero**.



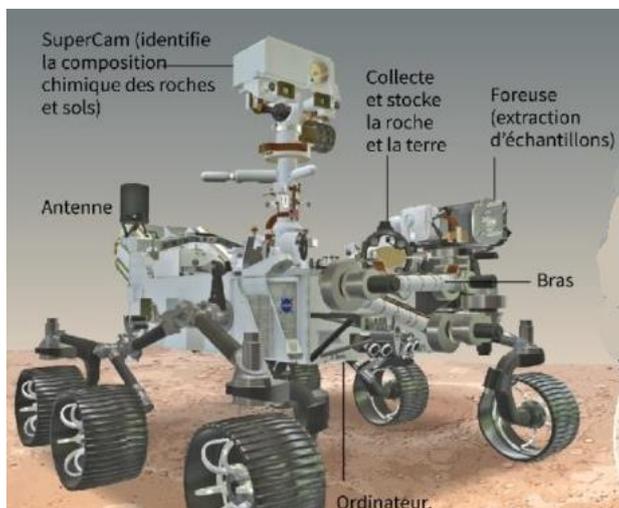
Persévérance sur son site d'atterrissage avec en arrière-plan les falaises de la bordure interne du cratère Jezero qui dominant de 600 mètres le plancher du cratère (vue d'artiste).



Le cratère **Jezero** a abrité, il y a environ 3,6 milliards d'années, un lac permanent qui conserve les traces de plusieurs deltas de rivière. Ce cratère de 45 kilomètres de diamètre a été choisi parce que la communauté scientifique estime qu'il a pu abriter par le passé des formes de vie et conserver leurs traces. Le rover doit escalader les rebords du cratère hauts de 600 mètres avant de parcourir les plaines environnantes.

Reconstitution du cratère tel qu'il aurait pu être à l'époque où l'eau était présente à la surface de Mars, il y a quelques milliards d'années.

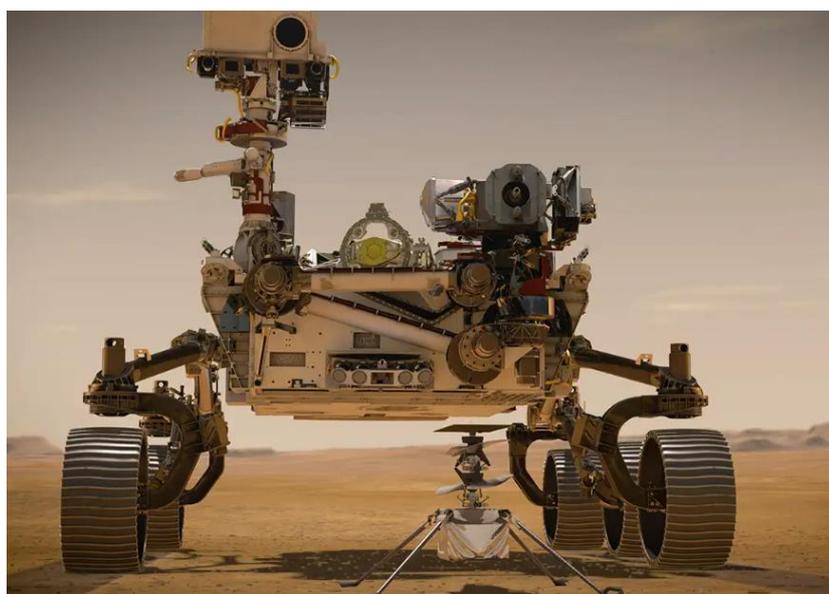




Persévérance est un engin de plus d'une tonne qui dispose d'un système sophistiqué de prélèvement de carottes du sol martien et d'un ensemble d'instruments scientifiques (caméras, spectromètres de différents types) qui sont utilisés pour identifier les sites les plus intéressants, fournir le contexte du prélèvement effectué (caractéristiques géologiques, conditions climatiques à la formation) et effectuer une première analyse chimique. L'astromobile emporte également une station météorologique, un radar destiné à sonder les couches superficielles du sol. Deux expériences doivent tester sur le terrain des technologies avant leur mise en œuvre de manière opérationnelle dans de prochaines missions : Un appareil «MOXIE» produit de l'oxygène à partir de l'atmosphère martienne.

Un petit drone «**Ingenuity**» va tester les capacités d'un engin aérien dans l'atmosphère *très ténue* de Mars.

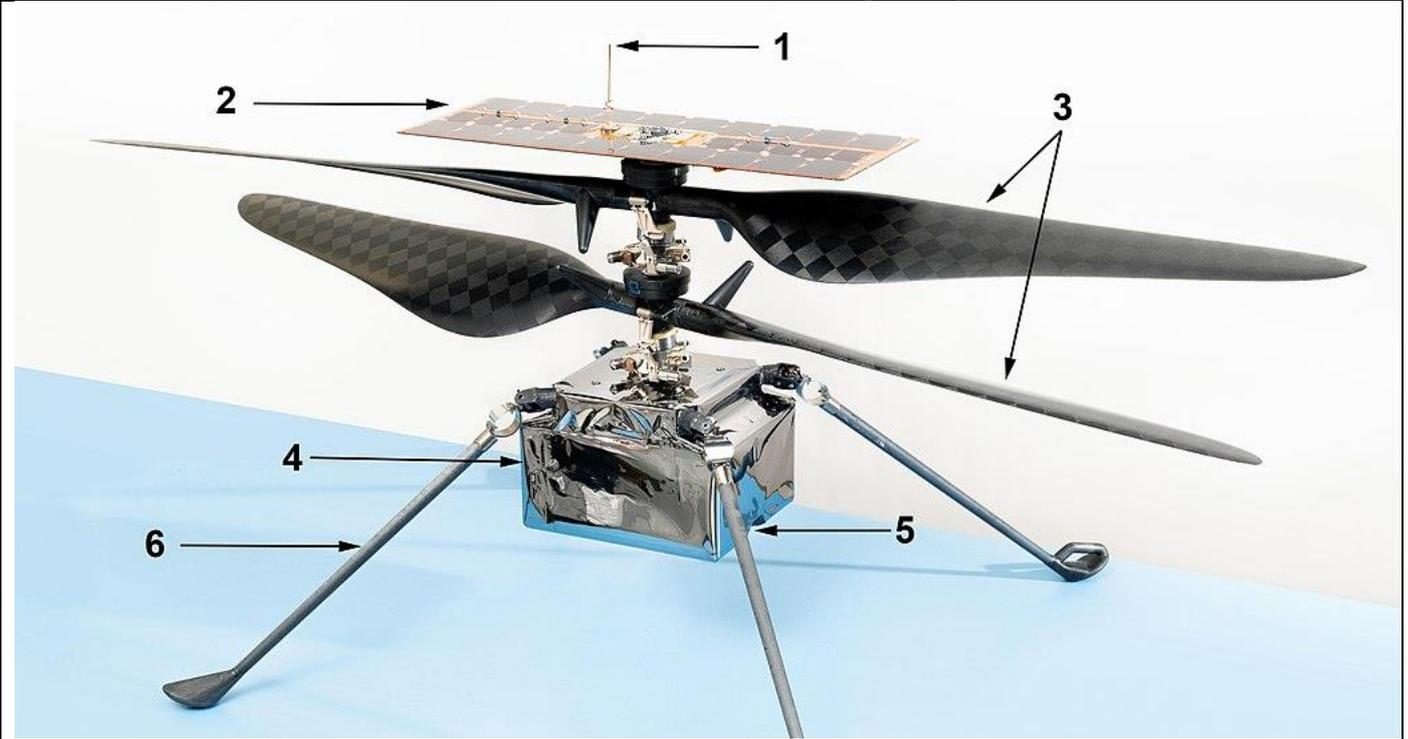
Il était protégé par un habillage sous le rover.



Ingenuity effectue son premier vol avec succès le lundi 19 avril 2021. Il devient le premier engin propulsé volant mis en œuvre sur un autre corps du système solaire que la Terre. Durant ce test d'une durée de 39 secondes le drone s'élève de 3 mètres puis effectue un vol stationnaire avant de se reposer.

Ingenuity prouve largement ses capacités en effectuant en tout 72 vols et en parcourant un total de 17 km, pour un temps de vol total de 128,8 minutes. Le drone réalise de nombreuses photos aériennes, utilisées par les pilotes de l'astromobile **Persévérance** pour identifier les obstacles et les sites prometteurs. Il prouve sa robustesse en résistant à l'hiver martien. La mission s'arrête en raison de la casse d'une pale lors du 72^{ème} vol le 18 janvier 2024.

Schéma du drone Martien « Ingenuity »



1. Antenne de l'émetteur-récepteur. - 2. Cellules solaires fournissant l'énergie qui alimente la batterie. - 3. Rotors conçus pour pouvoir voler dans l'atmosphère ténue de Mars. - 4. Fuselage isolé thermiquement contenant les batteries, l'électrique et l'électronique. - 5. Caméra couleur haute résolution permettant de réaliser des photos des sites survolés. - 6. Pieds souples du train d'atterrissage.

Sa masse est de 1.8 kg, les rotors d'un diamètre de 1.2 m tournent 10 fois plus vite qu'un rotor d'un hélicoptère sur terre.

Photos de Mars :

