

## Les cartes pour le Timeline (pour les joueurs)

### Mariner 4 NASA



**Type de matériel :**

Sonde ; Passage près de la planète Mars (fly by).

**Innovation technologiques :**

Capacité de vol de longue durée, de communication, de collecte de données

**Instruments :** Caméra

**Résultats majeurs :**

Premières images en noir et blanc de la surface de la planète et observation des différents types de cratères  
Mise en évidence de l'existence d'une atmosphère très fine et d'une surface très peu hospitalière pour la vie

### Mars 2 et 3 Agence spatiale de l'URSS



**Type de matériel :** Satellite artificiel de Mars (orbiter) et atterrisseur (lander)

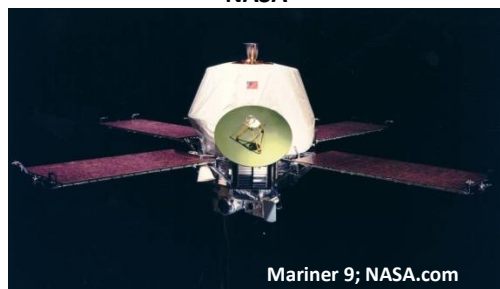
**Innovation technologiques :** L'atterrisseur de Mars 3 est le premier à atterrir sur Mars (parachutes et rétrofusées) ; le contact est cependant rapidement perdu.

**Instruments :** spectromètres divers, radiomètre IR, caméras, magnétomètres

**Résultats majeurs :**

Observation de montagnes de plus de 20 km d'altitude, mesure des températures de surface, des concentrations atmosphériques en vapeur d'eau (très faibles)  
Mise en évidence de tempêtes de sable qui atteignent jusqu'à des altitudes de 7km.

### Mariner 9 NASA



**Type de matériel :** Satellite artificiel de Mars (orbiter)

**Innovation technologiques :** Premier engin spatial mis en orbite autour de Mars, à la très faible altitude de 1500 km.

**Instruments :** spectromètres UV, IR, radiomètre IR et deux caméras

**Résultats majeurs :** Mesure de la composition atmosphérique de Mars (détection des principaux composants)

Analyse de la composition de la surface de Mars et de la topographie martienne grâce à la capture de plus de 7329 images qui ont révélé en particulier la présence de volcans géants, d'un canyon de plus de 4800 km de long et d'anciens lits de rivières.

Première images de Deimos and Phobos (les deux satellites naturels martiens)

### Viking 1 et 2 NASA



**Type de matériel :** Deux Satellites artificiels de Mars (orbiters) associés chacun à un atterrisseur (lander)

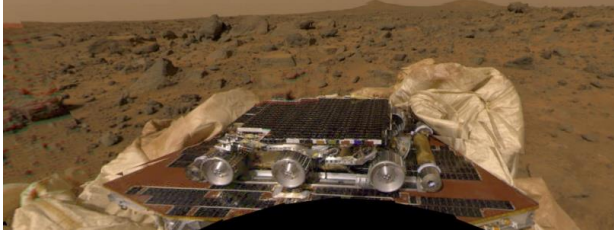
**Innovation technologiques / instruments :** La caméra des satellites est un système avec de nombreux filtre ; les atterrisseurs sont de véritables petits laboratoires (cameras à 360°, sismomètre, station météo, spectromètres...)

**Résultats majeurs :**

Analyse du sol constitué d'argile et de fer ; Etude des extrêmes climatiques et des tempêtes de sable saisonnières ; première image complète à haute résolution de la planète Mars.

### Pathfinder et Sojourner NASA

Sojourner photographié par Pathfinder à son arrivée sur Mars;  
NASA.com

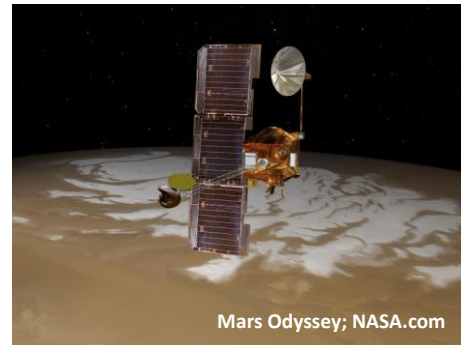


**Type de matériel :** Un atterrisseur fixe, Pathfinder qui libère un robot mobile, Sojourner (rover)

**Innovation technologiques et instruments :** méthode d'atterrissage à faible coût à l'aide d'air-bags ; premier robot mobile sur une autre planète. Cameras, spectromètres (alpha, protons, rayons X) sur Sojourner. Instruments pour étudier l'atmosphère et les données météorologiques associées à Pathfinder

**Résultats majeurs :** Analyses spectrométriques de plusieurs roches magmatiques, études de différentes figures d'érosion. Les données indiquent un climat ancien plus chaud et la présence ancienne d'eau liquide.

### Mars Odyssey NASA



**Type de matériel :** Un satellite artificiel (orbiter)

**Innovation technologiques et instruments :** Les innovations de cette mission portent essentiellement sur les instruments de mesure embarqués, tels que THEMIS (The Thermal Emission Imaging System), une caméra infrarouge de haute définition, des instruments de mesure des radiations et de nombreux spectromètres.

**Résultats majeurs :** Obtention d'une carte complète en Infra-rouges, découverte de très grandes quantités d'eau sous forme de glace, mise en évidence de la présence de l'ensemble des éléments nécessaires au développement de la vie, en quantités importantes.

### Mars Global Surveyor NASA



**Type de matériel :** Un satellite artificiel (orbiter)

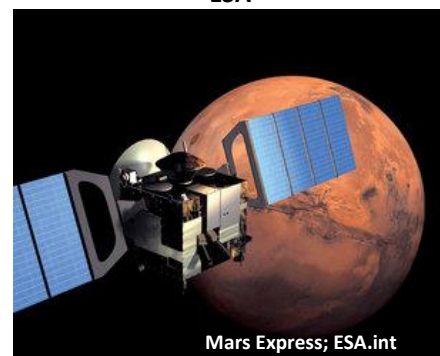
**Innovation technologique :** méthode de mise en orbite à faible coût (méthode « air-brake » qui permet de réduire la masse et la force de propulsion)

**Instruments :** Cameras, altimètres laser, spectromètres IR, magnétomètres.

**Résultats majeurs :**

Cartographie complète et détaillée de la planète Mars ; les données de base pour construire « Google Mars » sont posées.

### Mars Express ESA



**Type de matériel :** Un satellite artificiel (Mars Express) et un atterrisseur (Beagle)

**Innovation technologiques et instruments :** Première mission européenne sur la planète rouge, avec un satellite et un atterrisseurs, le Beagle qui est arrivé sur Mars mais n'a pas déployé ses panneaux solaires. Nombreux spectromètres, un analyseur de molécules, un altimètre et une caméra haute précision

**Résultats majeurs :** Carte des minéraux présents sur le sol martien : la présence de minéraux n'ayant pu se former qu'en milieu aqueux est démontrée. Détermination précise des circulations atmosphériques, nouvelles images des lunes de Mars, Phobos et Deimos.

**Spirit et Opportunity**  
Mars Exploration Rovers  
NASA



**Type de matériel :** Deux robots atterrisseurs (rovers)  
**Innovation technologiques et instruments :** Utilisation de moteurs et de parachutes pour ralentir la descente. Les instruments sont les mêmes : caméra panoramique, spectromètres, système pour abraser le sol et disposer ainsi de données directes concernant sa composition, microscope  
**Résultats majeurs :**  
 Accumulation de nombreuses preuves de la présence d'eau dans le passé : roches sédimentaires formées dans l'eau, systèmes hydrothermaux fossiles...

**Phoenix**  
NASA



**Type de matériel :** Un robot atterrisseur (rover)  
**Innovation technologiques et instruments :** le robot possède un bras articulé capable de collecter les minéraux et la glace du sol et les instruments permettant d'étudier leur composition chimique et leurs propriétés physiques. Phoenix a atterri au niveau des hautes latitudes nord.  
**Résultats majeurs :**  
 Confirmation de la présence récurrente de glace dans le sous-sol martien, identification de carbonates de calcium (calcaire) qui suggèrent la présence ancienne ou occasionnelle d'eau liquide. identification de perchlorate, composé utilisé comme source d'énergie chimique pour certaines bactéries terrestres et qui permet de diminuer le point de fusion de l'eau.

**Mars Reconnaissance Orbiter**  
NASA



**Type de matériel :** Un satellite artificiel (orbiter)  
**Innovation technologiques et instruments :** L'innovation est avant tout dans la position du satellite dont l'orbite est située dans les hautes latitudes nord de la planète. Les instruments embarqués permettent par ailleurs d'obtenir des images de très haute définition (caméra Hirise, spectromètres, radiomètres, radars)  
**Résultats majeurs :** Observation d'eau liquide présente aujourd'hui sur Mars, de façon très intermittente (traînées sombres sur la photo de bord de cratère fourni) ; mise en évidence d'un véritable cycle de l'eau et du CO<sub>2</sub>, de chutes de neige ; mise en évidence d'environnements anciens humides diversifiés (datés de plusieurs milliards d'années).

**Curiosity**  
NASA



**Type de matériel :** Un robot atterrisseur  
**Innovation technologiques et instruments :** Nouvelle méthode d'atterrissage utilisant un système de grue spatiale ; utilisation d'un générateur nucléaire pour disposer d'électricité même de nuit. En plus des instruments classiques, le robot possède des bras articulés capables de collecter les minéraux et disposant d'une caméra haute définition, une perceuse permettant de faire des prélèvements en profondeur, un canon à rayons X pour déterminer les minéraux.  
**Résultats majeurs :**  
 Découverte de molécules organiques dans le sous-sol martien, de méthane dans l'atmosphère. Mise en évidence de radiations sur Mars qui pourraient être dangereuses pour l'homme.

### ExoMars ESA



**Type de matériel :** un satellite artificiel (Trace Gas Orbiter), un atterrisseur (Schiaparelli) Puis, dans un second temps, un robot atterrisseur (rover)

**Innovation technologiques et instruments :**

Schiaparelli est un atterrisseur à visée technologique : mettre au point les paramètres d'atterrissage sur Mars pour l'ESA qui n'y est jamais parvenu. Le satellite dispose d'instruments de mesure et d'étude des gaz atmosphériques très peu abondants de type sulfures ou hydrocarbures.

**Résultats majeurs :** Des résultats concernant les gaz minoritaires de l'atmosphériques, le méthane, des traces de vie (ancienne) sont attendus

### InSight NASA



**Type de matériel :** un robot atterrisseur

**Innovation technologiques et instruments :**

Le robot disposera d'instruments permettant d'étudier la structure de la planète. En particulier, un sismomètre ultrasensible (SEIS) capable de mesurer des ondes sismiques liées aux marées (attractions par les deux lunes martiennes qui déforment très légèrement la planète). Un programme pédagogique permettra également aux élèves de établissements français participant de recevoir les données en direct.

**Résultats majeurs :** Les résultats permettront de mieux appréhender la structure de Mars et de ce fait des autres astres du système solaire et l'histoire de la formation de ce système