

# De la vie sur Mars ?

**B**ien que la plupart des sondes qui ont atteint Mars aient été américaines, l'apport des européens, avec la sonde Mars Express, s'est révélé décisif pour la recherche de la vie sur Mars malgré la perte du module de surface, Beagle 2, spécialement équipé pour détecter les traces de vie.

### **MARS EXPRESS LA RESCAPÉE EUROPÉENNE**

La gestation du projet, qui reprenait les "doublons" de certains des instruments emportés par la sonde Mars 96 (victime de l'explosion de son lanceur), fût extrêmement rapide grâce à la pression des milieux scientifiques qui ont su trouver une oreille favorable parmi certains responsables des programmes scientifiques de l'ESA. En 1997, il était vain de chercher un quelconque projet européen pour la planète Mars (le projet Marsnet d'étude de la géophysique, géochimie, minéralogie, atmosphère, du fer et des oxydes ferreux du sol dont la présence constitue une anomalie, était déjà sans avenir). Tous les projets en cours ou à l'étude, étaient américains, à l'exception d'une petite sonde japonaise et du projet russe Mars 01, qui devait emporter des petits modules mobiles pour l'étude de la surface martienne mais qui fut abandonné pour des raisons financières.

Mars Express est donc la fille de Mars 96 et a bénéficié des études réalisées pour celle-ci en matière instrumentale, ce qui permit d'éviter de lourds frais de recherche. Un autre facteur de réduction du coût fut la disponibilité d'une plate forme en tous points identique à celle de la sonde Rosetta. Le coût de Mars Express, 150 millions d'euros, a ainsi été exceptionnellement bas. Le comité du programme scientifique de l'ESA (SPC) a approuvé le programme en 1999. A l'époque, Hans Balsiger, président du SPC déclara : « Mars Express est une mission de circonstances et nous avons estimé qu'il fallait foncer et la réaliser. Nous sommes convaincus qu'elle

## **PHILIPPE JAMET**

---

**Mars recèle des mystères qui excitent l'imagination, comme s'il était dans la nature de l'homme de rechercher au loin des réponses aux problèmes qu'une science réductrice purement terrestre ne peut résoudre. La planétologie comparée, permise grâce à la réussite des sondes planétaires, nous a révélé que Mars est la planète du Système Solaire la plus ressemblante à la Terre. Ce qui a amené les scientifiques à y rechercher les traces d'une vie présente ou passée.**

produira des résultats scientifiques de premier plan ». Pour ce qui concerne les résultats, la déception fut grande après l'échec du module de surface Beagle 2 qui emportait deux des instruments envisagés pour MarsNet, à savoir un spectromètre AXS et un spectromètre Mossbauer.

La liste des instruments de la sonde nous permet de retrouver la plupart de ceux embarqués sur la sonde Mars 96 :

- Caméra à haute résolution HRSC: imagerie spectrale à haute et basse résolution,

- Spectroimageur OMEGA (Observatoire pour la minéralogie, l'eau, les glaces et l'activité) opérant dans le visible et l'infrarouge pour étudier la réflectivité de la lumière par les roches et tenter d'effectuer une cartographie minérale de la surface,

- Spectromètre infrarouge à transformée de Fourier PFS,

- Spectromètre SPICAM pour l'investigation de l'atmosphère martienne,

- Spectromètre de masse énergie ASPERA S incluant un analyseur imageur de particules neutres. Cet instrument, dont la conception a été confiée à des scientifiques suédois, permet la détection des ions, des électrons et atomes neutres à haute énergie liés à l'interaction entre le vent solaire et la haute atmosphère martienne. Un de ses objectifs est la mesure du taux d'évasion des atomes d'oxygène et d'hydrogène (résultant de la dissociation de la vapeur d'eau) provoqué par le vent solaire que le faible champ magnétique de Mars (2% de l'intensité de celui de la Terre) ne peut contrer malgré la grande distance du Soleil.

- MaRS (Mars Radio Science Experiment) utilise le système de communi-

cation de Mars Express pour sonder l'atmosphère neutre et ionisée après occultation du Soleil, pour déterminer les propriétés diélectriques de la surface et pour détecter des anomalies de gravité.

- MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionospheric Sounding) sonde par hyperfréquence la

structure interne de Mars jusqu'à quelques kilomètres de profondeur et doit permettre d'établir une carte de la présence d'eau liquide ou gelée en sous sol. Cette expérience fait appel à un mat dont on a craint que le déploiement endommage la sonde. L'ESA a annoncé l'activation prochaine de cet instrument.

## SIGNES DE VIE

La conférence « Mars Express Science » au mois de février 2005, qui s'est tenue à l'ESTEC, a marqué un début historique dans la diffusion des informations scientifiques obtenues par Mars Express. Une centaine de communications y furent présentées par des scientifiques européens, américains, japonais et russes sur tous les aspects de l'aventure martienne depuis ses origines, marquée de succès et d'échecs (Phobos 1 et 2 (1998), Mars observer (1993), Mars 96, Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander et Beagle 2 qui laissèrent à penser qu'une certaine fatalité s'acharnait sur les programmes martiens). Furent aussi abordés les résultats les plus récents des robots Spirit et Opportunity qui ont prouvé la présence passée d'eau liquide sur Mars et ceux de Mars Express relatives à la géologie (composition, sous sol, chimie de surface), au climat (calottes glaciaires, interactions surface/atmosphère), rayonnements ionisants solaires qui atteignent la surface, à l'environnement spatial et aux caractéristiques de ses satellites.

Le point principal de la conférence fût consacré à l'exobiologie et à la recherche de la vie sur Mars. Y participèrent Gilbert Livin, Patricia Straat et Imre Friedman, anciens du programme Viking. Leur interprétation (minoritaire) des résultats de cette double mission américaine, selon laquelle la vie existe encore sur Mars, semble renforcée par les investigations de Mars Express sur le méthane localisé au dessus de parties de la surface martienne soupçonnées de contenir des glaces souterraines et par d'autres résultats révélant la présence de carbonyl de fer dans l'atmosphère. Sur Terre, les carbonyls (de plomb pour notre planète) marquent l'activité des processus vivants... Sur Mars, l'analyse de l'atmosphère au dessus de certaines zones (Arabia Terra, Elysium Planum et Arcadia Memnomia), grâce au PFS, révéla que les concentrations en vapeur d'eau et

en méthane coïncident si étrangement que le hasard ne peut être invoqué. La vapeur d'eau peut monter jusqu'à dix à quinze kilomètres d'altitude, après s'être séparée du méthane provenant visiblement du sous sol, à cette altitude, elle est dissociée par le rayonnement solaire avant que ses composants soient éjectés dans l'espace comme l'a démontré le spectromètre masse énergie ASPERA. Les observations de Mars Express ont permis à Vittorio Formisano, responsable principal du PFS, de constater la coïncidence entre les zones de présence d'une forte concentration de vapeur d'eau (liée au méthane) et celles dans lesquelles Mars Odyssey a révélé la présence d'une couche de glace d'eau à quelques dizaines de centimètres sous la surface. Le PFS a confirmé ces données pour le lien entre la présence de vapeur d'eau et de méthane. Selon un porte-parole de l'ESA : « On peut supposer que cette corrélation spatiale entre la vapeur d'eau et le méthane s'explique par une origine souterraine commune ».

Pour expliquer la présence de glace d'eau à très faible profondeur, plusieurs scénarii ont été avancés, parmi lesquels, l'un suppose qu'une partie de l'eau de surface se soit évaporée en même temps qu'une autre partie s'enfonçait dans le sol et gela. Un autre suppose que de l'eau se soit retrouvée dans des niches fermées lui permettant de persister à l'état liquide grâce à la conservation d'une atmosphère dans ces niches.

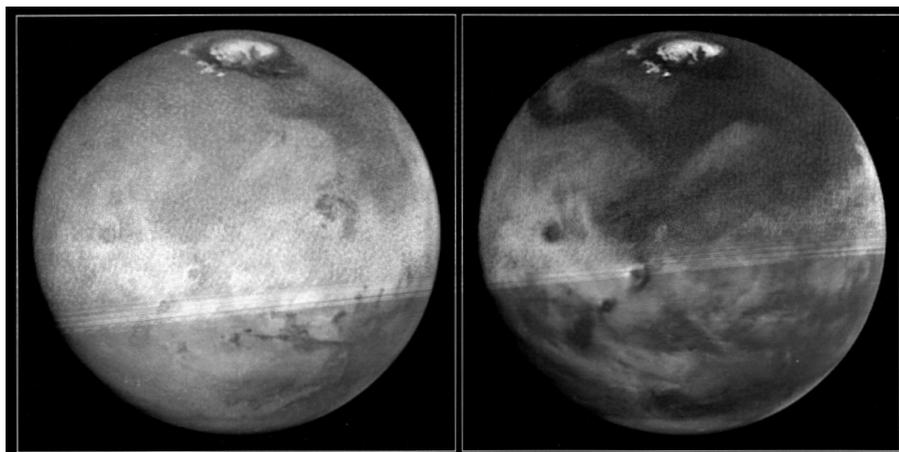
Nous sommes loin de la grotte de Movile en Roumanie où, depuis des millions d'années, des animaux se reproduisent en milieu clos, mais l'hypothèse de processus similaires sur Mars ne peut être totalement écartée.

Outre la vapeur d'eau et le méthane, le PFS a également détecté du formaldéhyde (CH<sub>2</sub>O), également présent sur Titan. Ce produit est l'un des trois principaux matériaux nécessaires à la synthèse d'acides aminés, les autres étant l'eau et l'acide cyanhydrique. Pour Mars, il existe une autre théorie qui a la faveur des scientifiques, appelée « table de glace », selon laquelle la chaleur dégagée sous la surface entraînerait la remontée de divers matériaux et d'eau. L'eau gèlerait sous la surface à cause de la basse température ambiante et laisserait les autres matériaux remonter seuls à la surface. Cette théorie a toutefois montré ses limites et seules des missions équipées de moyens supérieurs à ceux actuellement présent sur Mars permettraient de la valider. Sur la base de cette théorie,

les scientifiques de l'ESA estiment que les processus géothermiques alimentant en eaux souterraines cette « table de glace » puissent dans le même temps transporter de la vapeur d'eau et d'autres gaz, comme du méthane, vers la surface. Si cette hypothèse est vraie, il doit y avoir de l'eau liquide sous cette « table de glace » et, comme dans la grotte de Movile, des formes de vie pourraient avoir survécu grâce à cette eau et pourraient produire du méthane et d'autres gaz qui sont transférés vers



Véhicule automatique planétaire.



■ Hubble analyse le climat sur Mars.

la présence d'oxygène démontre l'existence de bactéries à cette époque. Les couches géologiques plus anciennes sont toutes pauvres en oxygène, ce qui serait dû à l'absence de bactéries. En transposant ce modèle à Mars, on peut supposer qu'elle aurait suivi une évolution similaire à celle de la Terre, évolution ensuite arrêtée, et dont les oxydes seraient les témoins. Une éventuelle vie résiduelle aurait pu se réfugier dans les profondeurs au fur et à mesure du durcissement des conditions de surface.

### LES SONDES IGNORENT LA VIE...

la surface puis injectés dans l'atmosphère. Cette thèse, qui est loin de faire l'unanimité, pourrait s'imposer si on détectait des éléments caractéristiques des processus vivants tel le carbonyle de fer. Ces organismes, même s'ils ont les mêmes bases que des organismes terrestres, ont dû s'adapter aux conditions martiennes où existent beaucoup d'oxydes ferriques tel le  $FE_2O_3$ .

### L'EAU, SOURCE DE VIE

L'eau liquide est considérée comme indispensable à la vie par la plupart des biochimistes. Les découvertes des robots Spirit et Opportunity, anciens lacs et rivières, roches sédimentaires contenant des sphérules ressemblant à des bactéries fossiles, rendent acceptables l'hypothèse d'une vie passée sur Mars car nous avons maintenant la certitude que de l'eau liquide et une pression atmosphérique relativement importante, ont existé relativement longtemps à la surface de Mars et ont façonné les reliefs martiens. Cette thèse a été remise en question quelque temps en faveur de celle d'une résurgence de  $CO_2$  liquide à la suite d'impacts ou de phénomènes géologiques, mais, même si de tels phénomènes ont pu avoir lieu, la plupart des spécialistes considèrent que la présence d'eau liquide est nécessaire pour expliquer les structures martiennes actuelles.

La présence de mers et la durée de la présence d'eau liquide en surface sont des questions qui restent à trancher. Sur la présence d'un océan sur Mars, différentes hypothèses ont été avancées dans les années 1997 à 1999 à la suite d'analyses réalisées par la sonde Mars Global Surveyor sur des sites repérés par les orbiters des sondes Viking. Dans un premier temps, les images de la caméra démentent la présence des lignes côtières formant le rivage d'un océan dans l'hémisphère nord, mais les relevés de l'altimètre laser sur les mêmes zones confirment la présence de structures qui semblent être des rivages et qui étaient la cible de la mission défunte de retour d'échantillon Mars Sample Return, reprise dans le programme européen Aurora.

Une autre question sans réponse concerne l'importante quantité d'oxydes de fer qui donne sa couleur à la planète. Sur Terre, des couches géologiques constituées d'oxydes de fer existent et sont dues à la présence d'oxygène dans l'atmosphère il y a au moins trois milliards d'années. Et

Dans le domaine des sondes planétaires, il y a un déficit technologique, ainsi, les robots mobiles américains ne sont pas équipés pour détecter la vie. Le travail effectué par ces robots est immense, mais il ne fait que lever un coin du voile sur ce qu'est réellement Mars. Par exemple, le 24 janvier 2004, Opportunity s'est déplacé sur ce qui semble être le fond d'un ancien lac, un affleurement rocheux parfaitement stratifié, partiellement recouvert d'un sable de couleur foncée. En cet endroit, le robot a révélé la présence d'hématite, qui se forme généralement en présence d'eau et de bactéries, mais il est incapable de mener les expériences qui permettraient de confirmer la présence (passée ou présente) de bactéries... On se rappellera que les mêmes questions s'étaient posées pour les sondes Viking, dont il fut dit que les détecteurs étaient incapables de détecter la vie, même sur Terre...

### RETOUR EUROPÉEN SUR MARS ?

Il y a des opportunités accessibles à l'Europe dans le domaine des sondes-robots planétaires et par le passé, l'aérospatiale avait étudié le concept novateur de véhicule automatique planétaire (VAP) dont nous avons parlé en son temps dans notre revue. Les 6 et 7 avril, s'est tenue, à Birmingham, un atelier international sur Mars (qui regroupait des scientifiques européens, américains et canadiens) dans le cadre du programme européen Aurora et dont la première étape, choisie après une vaste enquête menée en 2001 auprès des chercheurs européens, a conclu à la nécessité d'une mission d'exobiologie, ExoMars, suivie par une mission de retour d'échantillons. Au cours de cet atelier, trois missions candidates ont été examinées : Beagle Net (qui reprendrait les éléments de détection de la vie de Beagle 2 et une partie du projet MarsNet), ExoMars et sa variante ExoMars Lite. Le consensus qui s'est dégagé prévoit, dans le cadre du programme Aurora, une nouvelle sonde martienne équipée d'un robot tout terrain. L'objectif est de procéder à une analyse détaillée de l'environnement martien pour y rechercher des traces de vie présente ou passée. La sonde serait lancée en Juin 2011 par une fusée Soyouz-Fregat 2b et se poserait sur la planète rouge en Juin 2013. Tout ceci reste au conditionnel, tant on sait à quel point les politiques peuvent changer les priorités. Mais nous espérons que, bien avant cette date, les scientifiques déclarerons que la vie existe sur Mars...