PLANÈTE MARS

Numéro 21 ***Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris*** www.planete-mars.com Octobre 04

ÉDITO
MARS, PLUS QUE JAMAIS

Le document présentant la nouvelle vision de la NASA, comme le rapport de la commission Aldridge, qui émet des recommandations sur sa mise en application, situe clairement Mars comme objectif majeur de l'exploration spatiale. Il est par contre proprement stupéfiant de constater le peu d'attention accordée par cette commission à la question centrale de la vie sur Mars !

L'exobiologie est bien citée comme domaine d'investigation, mais sur un plan général, sans que soit faite la moindre allusion à l'extraordinaire opportunité offerte par notre voisine sur ce plan. Il est vrai que, parmi les quatre scientifiques qui y siégeaient, aucun spécialiste de la planète ni aucun exobiologiste n'avait été admis… Cette aberration, en totale incohérence avec les orientations de la science spatiale, se heurte violemment aux faits, pour ne pas dire à l'Histoire.

L'intérêt porté à Mars en tant que site d'investigation privilégié pour l'exobiologie n'est en effet pas nouveau et, après le coup d'arrêt provoqué par la désillusion des expériences Viking, il n'a fait que se renforcer au fil des missions. Tout dernièrement encore, la découverte, grâce à l'un des puissants instruments de la sonde européenne Mars Express, d'une corrélation entre les zones de plus forte concentration de méthane et de vapeur d'eau dans la basse atmosphère de la planète - sans constituer la preuve de l'existence d'une vie martienne - a ajouté une pièce particulièrement significative au dossier.

Avec son Livre Blanc : *« l'Europe face au défi de l'exploration spatiale »**, l'association a voulu en particulier réagir à cet « oubli », mais aussi rappeler la priorité qu'il convient plus généralement d'accorder à l'exploration scientifique par rapport à la tentation des infrastructures spatiales.

Oui, plus que jamais avec les remous provoqués par l'initiative américaine, mais aussi, grâce aux superbes missions en cours, Mars est à l'ordre du jour.

Richard Heidmann, *Président de « Planète Mars »*

**téléchargeable sur : www.planete-mars.com*

Dans ce numéro :

- A l'assaut de la Planète rouge : les « Viking » p.1
- Spirit et Opportunity : première synthèse p.1
- La vie de l'association p.5
- L' ISU au pays des Kangourous p.6
- Des nouvelles de Mars Express p.6
- Du nouveau sur les collines p.8

prochain numéro : janvier 2005

A L'ASSAUT DE LA PLANÈTE ROUGE : LES « VIKING »

l'assaut des « Viking » transcrit dans le kitsch philatélique

L'atterrissage sur Mars : genèse du programme Viking

Enhardie par le succès de Mariner 9 en 1971, la NASA s'était fixé pour objectif, à l'aube des années 70, de poser un module à la surface de Mars. Il s'agissait de l'une des missions d'exploration les plus complexes et les plus coûteuses

(suite page 2)

SPIRIT ET OPPORTUNITY :
PREMIÈRE SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

La roche Mazatzal, façonnée par le vent, est l'une des roches étudiées par Spirit. Il s'agit d'un basalte à olivine.
(doc. NASA/JPL)

Les sondes *Spirit* et *Opportunity* continuent de faire preuve d'endurance, alors que Mars passe en conjonction derrière le Soleil et que les transmissions radio sont momentanément interrompues. C'est le solstice d'hiver dans l'hémisphère

(suite page 7)

(suite de l'article page 1 : à l'assaut de la Planète rouge)

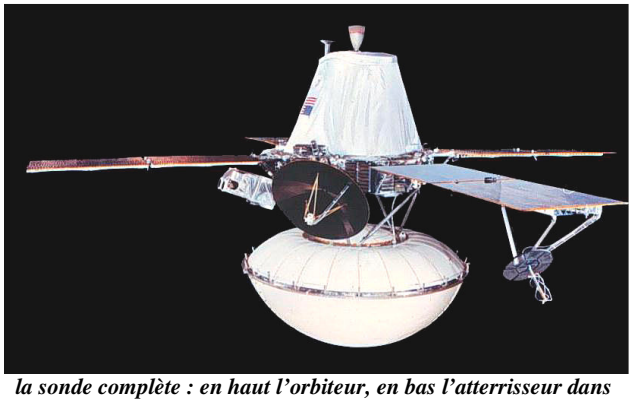
réalisées par la NASA, avec ses trois segments :
- l'atterrissage, complexe car devant être conduit de façon entièrement automatique en moins de 9 minutes (temps inférieur à la durée de transmission des signaux entre la Terre et Mars), ceci impliquant que le « cerveau » de l'opération devait être à bord de l'engin lui-même ;
- le très ambitieux programme d'investigation biologique, plus précisément l'ensemble de dispositifs destinés à déceler une vie de type terrestre éventuellement adaptée à un milieu sec ;
- et le programme d'observation en orbite.

La définition du matériel requis fut à l'origine de réflexions et d'expériences profitant aux recherches sur la vie. On ne savait pas réellement caractériser la vie sous sa forme terrestre, on n'avait guère idée de son abondance dans le vaste cosmos, encore moins des formes qu'elle aurait pu prendre. Les avis étaient partagés entre de nombreuses formules de vie, pas nécessairement fondées sur le carbone.
Finalement, les spécialistes du Jet Propulsion Laboratory décidèrent d'équiper les engins martiens non pas d'une « machine universelle à découvrir la vie », dont ils ne sauraient concevoir le schéma, mais de trois dispositifs visant à mettre directement en évidence des manifestations comparables à celles des micro-organismes de la vie terrestre. Ceux-ci présentant une quasi-unicité de constituants et de fonctions.
De plus, la position exacte de la planète Mars restait empreinte d'une certaine indétermination, la précision ne pouvant descendre en-dessous de quelques dizaines de kilomètres. Il fallait donc demander au compartiment d'atterrissage de commencer par se satelliser autour de la planète pour augmenter la sécurité de la mission. On pouvait ainsi ajuster l'orbite, dont les paramètres furent déterminés dans un référentiel martien, repérer le site d'atterrissage, collecter toutes les données nécessaires à la préparation de l'atterrissage et mettre au point l'automatisme de comportement de l'atterrisseur lors des différentes séquences de l'opération.

Dès 1960, la NASA avait étudié un engin pour remplir cette mission. Il s'agissait du Voyager de 4 tonnes dont le lancement était annoncé pour 1965. Son coût ayant été jugé prohibitif par les sénateurs américains, le projet fut abandonné en 1968.
Un nouveau programme fut annoncé sous le vocable « Viking ». Toute la technologie américaine fut nécessaire pour surmonter les problèmes que posa l'appareillage et assurer une disponibilité en 1975, date fatidique compte tenu des arcanes de la mécanique céleste.
Trois catégories d'instruments furent placées sur Viking :

-des caméras ;
-des analyseurs de la constitution du sol martien ;
-des détecteurs de vie, tout au moins de manifestations d'une activité métabolique.

Les caméras devaient permettre de découvrir les paysages martiens, de scruter le sol, de suivre les mouvements de la pelle de collecte des échantillons.
Un spectromètre à fluorescence X devait permettre de connaître l'abondance des éléments constitutifs, et un analyseur chromatographique, allié à un spectromètre de masse, de déterminer la nature d'éventuelles molécules organiques.
Quant aux « détecteurs de vie », ils furent au nombre de trois, conçus pour détecter des manifestations de vie de type terrestre.



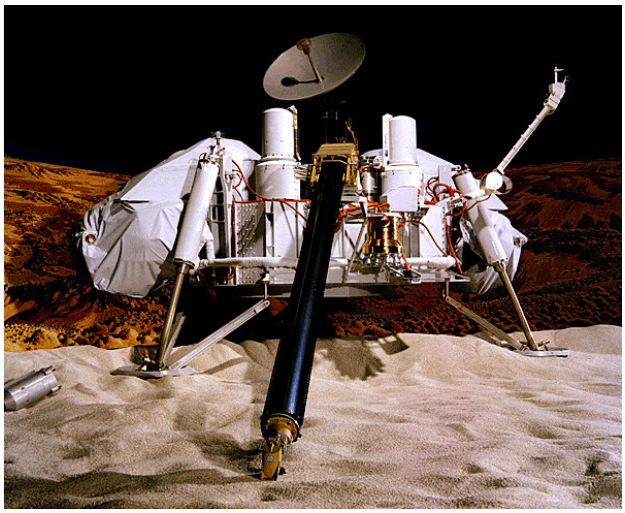
la sonde complète : en haut l'orbiteur, en bas l'atterrisseur dans son cocon stérile *(doc. NASA/JPL)*

Les éléments constitutifs de Viking
L'orbiteur était constitué d'un prisme octogonal de 46 cm de hauteur, avec des faces alternées de 1,4 m et 51 cm de longueur, et emportait 1,4 t d'ergols pour assurer les corrections de trajectoire et les changements d'orbite. L'énergie électrique était fournie par quatre panneaux solaires assurant 620 W et chargeant des batteries cadmium-nickel utilisées lorsque l'engin passe dans l'ombre de la Planète rouge. La propulsion était assurée par un moteur à ergols liquides (monométhylhydrazine et peroxyde d'azote). Sa poussée était de 132 kgf. Le contrôle d'attitude était réalisé par des tuyères à jet d'azote. Le contrôle d'orientation était effectué par acquisition du Soleil et de l'étoile Canopus, couplée à une centrale inertielle.
L'équipement scientifique, d'une masse de 65 kg, comportait trois sortes d'instruments :

-deux caméras délivrant 8 millions de bits par image, munies d'un disque portant 6 filtres de couleur qui permettait de sélectionner les zones de spectre d'étude ;

-un spectromètre infrarouge mesurant la teneur en eau précipitable de l'atmosphère martienne ;

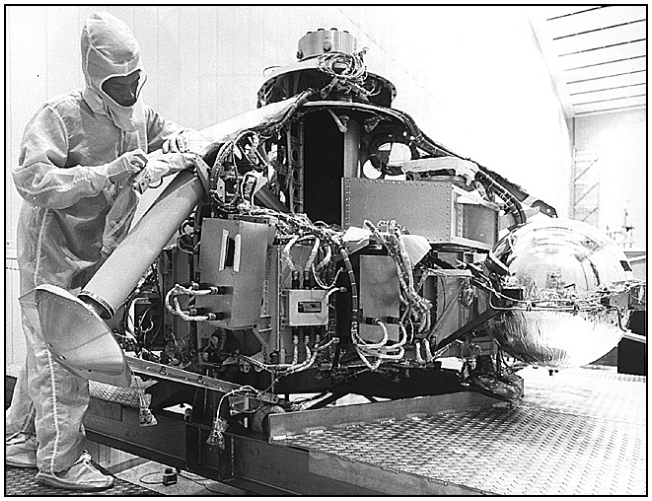
-un radiomètre multicanaux, constitué de quatre petits télescopes avec détecteurs infrarouge, permettant de déterminer la température de l'atmosphère à 1 °C près entre –57 °C et 130 °C.



l'atterrisseur, bras déployé *(doc. NASA/JPL)*

L'orbiteur communiquait avec l'atterrisseur en UHF (310 MHz) et avec la Terre en bandes S (2295 MHz) et X (8115 MHz). L'émission avait lieu sous 20 W.

L'atterrisseur avait une masse de 1,2 t pour l'engin complet (système de descente et station martienne).
Le système de descente comportait un bouclier conique, de 3,6 m de diamètre, en fibre de verre sur une structure d'aluminium, qui avait pour rôle de neutraliser la vitesse lors de l'entrée dans les couches denses de l'atmosphère martienne ; il était ensuite largué à 6 300 m. Il était équipé d'un spectromètre pour mesurer la densité et la composition de l'atmosphère martienne. Un autre analyseur mesurait l'énergie des ions et électrons. Des senseurs de température et de pression complétaient l'appareillage. Un parachute de 16 m de diamètre et long de 29,5 m était destiné à réduire la vitesse en basse atmosphère, à partir de 1 000 m.
La station martienne avait une masse de 656 kg avec 85 kg d'ergols. Son énergie était fournie par deux générateurs SNAP-19 contenant 1,2 kg de plutonium 238, dont la chaleur dégagée était convertie en électricité grâce à des thermocouples. Ces générateurs rechargeaient quatre batteries cadmium-nickel.



atterrisseur Viking en cours d'intégration *(doc. NASA/JPL)*

La partie la plus importante était constituée par les instruments scientifiques :

-deux caméras de télévision donnant des vues stéréoscopiques et panoramiques. Les prises de vue étaient effectuées via des diodes sensibles aux couleurs fondamentales (bleu, vert, rouge). La transmission d'un panorama couleur requerrait 30 minutes ;

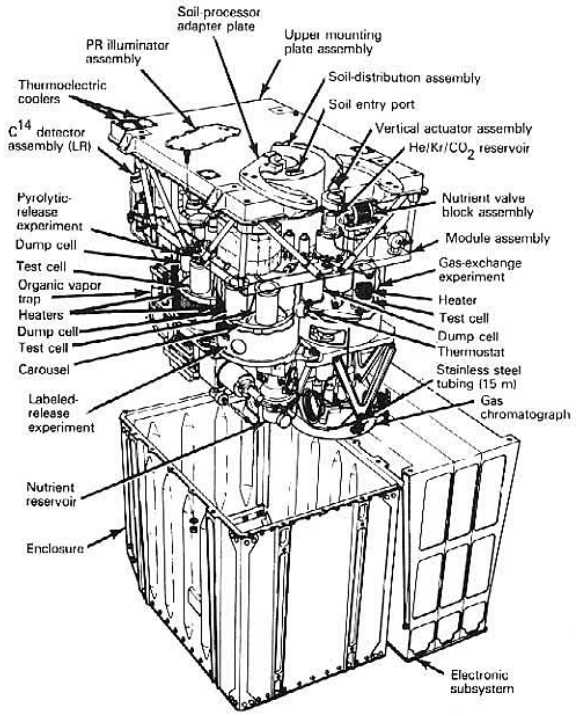
-une petite station météo de 2,5 kg mesurant température, pression, vitesse du vent ;

-un sismomètre de 220 grammes ;

-une petite pelle télescopique, allant jusqu'à une longueur de 3,5 m, permettant de prélever des échantillons de sol pour alimenter les appareils suivants :

a/ ***le spectromètre à fluorescence X*** **(XRFS)** utilisant une irradiation par du fer 55 et du cadmium 109 pour produire le rayonnement X. Sa masse était de 1,9 kg ;

b/ ***le chromatographe avec spectromètre de masse*** comportait un four (de 200 à 500 °C) permettant de décomposer les produits et de les entraîner dans un serpentin avec un courant d'hydrogène. Arrivés à la sortie par ordre de masses croissantes, ceux-ci pénétraient dans le spectromètre de masse comportant une ionisation par jet d'électrons et une déviation par un champ magnétique. En 10 s on réalisait une analyse des masses moléculaires entre 12 et 200 ;



le bloc des détecteurs de vie : un laboratoire de biologie dans une boîte à chaussures *(doc. NASA/JPL)*

c/ ***le bloc des détecteurs de vie*** était thermostaté (entre +8 et +17°C) et comportait trois dispositifs :

- ***Pyrolitic Release*** : devant déceler une assimilation de carbone par des échantillons martiens à partir d'une atmosphère ayant la même composition d'oxydes de carbone que celle de Mars mais dotée d'atomes de carbone 14 radioactif qui constituait le traceur. Ils étaient soumis au rayonnement d'une lampe au xénon simulant le rayonnement solaire. Au bout de 5 jours le gaz était évacué et les échantillons étaient portés à 625 °C, ce qui les vaporisait. Puis ils étaient dissociés à 700 °C avec production de dioxyde de carbone. Si ce dernier était radioactif, cela signifiait que le carbone de l'atmosphère avait été assimilé par les échantillons. Des expérimentations étaient également effectuées avec la lampe au xénon éteinte ainsi qu'en présence d'une petite quantité d'eau.
- ***Labeled Release*** : devant mettre en évidence un métabolisme par le rejet de dioxyde de carbone 14. Le carbone 14 se trouvait dans un milieu nutritif constitué de glycocolle, acide glutamique, formiates et lactates, mis en contact avec les échantillons, dans une atmosphère d'oxyde de carbone ordinaire. Après plusieurs jours si l'atmosphère devenait radioactive, c'était révélateur d'un métabolisme des échantillons.
- ***Gas Exchange*** : devant préciser la nature des échanges entre les échantillons et l'atmosphère. Les échantillons martiens étaient placés dans deux chambres d'incubation, respectivement en verre et en acier, offrant

un milieu nutritif constitué par des acides aminés, des sels minéraux, des vitamines et d'autres composés organiques très divers, sous une atmosphère constituée de 1,39 % de dioxyde de carbone et de 1,39 % de krypton, le complément étant de l'hélium. Cette atmosphère faisait l'objet d'analyses chromatographiques systématiques, en suivant la proportion de sept gaz (hydrogène, azote, oxygène, méthane, krypton, dioxyde de carbone, oxyde nitreux) dont des micro-organismes pouvaient être producteurs ou consommateurs.

Bien sûr, les expériences avaient été calibrées par de nombreuses simulations en différentes régions de la Terre. Ces étalonnages servirent de référence pour les mesures martiennes. La mise au point des détecteurs de vie avait demandé de formidables efforts de miniaturisation pour atteindre la taille d'un bloc de 30 cm de côté pour l'ensemble des trois appareils. La préparation des Viking avait ainsi représenté une entreprise fantastique. Avec le voyage des engins arrivait l'heure de vérité.

Les opérations Viking

Viking 1 fut lancé par une fusée Titan III-E, mise à feu sur le complexe 41 du Kennedy Space Center le 20 août 1975. La trajectoire fut corrigée le 27 afin de rapprocher la distance de passage au large de Mars à 2 160 kilomètres. Durant le trajet, entre février et mars 1976, les opérations d'après atterrissage furent répétées, les appareils scientifiques testés avec prise de 116 images de Jupiter pour la calibration des caméras.

La satellisation autour de la Planète rouge eut lieu le 19 juin 1976 sur une orbite martienne 1 515 / 50 600 km, inclinée à 37,7° et décrite en 42h37mn. Elle fut modifiée le 21 pour devenir une orbite 1 535 / 32 400 km. Alors intervint l'opération de « certification » des sites d'atterrissage de Chryse Planitia. Le site idéal devait être : « ni trop haut, ni trop venté, ni trop pentu, ni trop rocailleux, ni trop poussiéreux, ni trop près du pôle ». Le site finalement retenu était à 22,5 °N et 47,5 °O. Le détachement eut lieu le 20 juillet, 3h20 après le signal « go ».

Viking 2 fut lancé le 9 septembre 1975. En fait, il aurait du être lancé le premier (le 11 août 1975), mais une défaillance sur une batterie et d'autres incidents nécessitèrent une révision d'un mois. Les sondes furent donc permutées. Viking 2 partit in extremis, du fait de mauvaises conditions météorologiques, au moment où la fenêtre martienne allait se fermer.

Une correction de trajectoire intervint le 14 septembre. Les calibrations eurent lieu le 16 mars 1976, avec à nouveau 116 images de Jupiter. Une nouvelle correction de trajectoire eut lieu le 27 juillet. La satellisation intervint le 7 août, avec placement sur une orbite 1 519 / 35 600 km, inclinée à 55°, qui fut ultérieurement ajustée deux fois. Le site retenu fut : Utopia Planitia, 47,9 °N 225,9 °O. Le feu vert fut envoyé le 3 septembre 1976.

Cependant un incident marqua la séparation, le bouclier biologique ne put être détaché. L'orbiter fut désorienté avec la perte d'acquisition de l'étoile Véga par le senseur stellaire. L'engin avait pivoté de 20°. Les Américains ne prirent pas le risque de le redresser durant la descente. Seule l'antenne omnidirectionnelle à très faible débit permit de confirmer l'arrivée sur Mars.

Les atterrisseurs avaient bien fonctionné. On attendait la même réussite de la part des deux stations martiennes. Le 20 juillet 1976 nous valut la découverte des panoramas martiens de Chryse Planitia. Le signal avait demandé 19 minutes pour arriver sur Terre, après avoir parcouru 341 millions de kilomètres, via le compartiment orbital.

L'engin s'était posé au début de l'été martien, mais il faisait froid, les températures ne dépassant pas –34 °C. On ne voyait que des pierres nombreuses de toutes tailles et toutes formes : un désert rocailleux. Les éclairages étaient différents de ceux de la Lune, et les petits cratères absents. Si la teinte rouge du sol était attendue, la couleur rose du ciel, extrêmement brillant, fut une surprise !

Pour Viking 2, arrivé le 3 septembre dans Utopia Planitia, au confluent de deux vallées de lave, le sol était moins rouge et moins brillant.

Les premières analyses du sol donnèrent une composition de 50 % d'oxygène et 20 % de silicium. La grosse surprise fut l'abondance du fer, qui venait en troisième position à la place de l'aluminium pour la Terre, lui-même relégué en 7ème position. On a caractérisé de la magnétite et de la maghémite (beaucoup plus rare sur Terre, uniquement à Hawaii).

Mais on attendait avec impatience les résultats des trois détecteurs de vie. Les analyses tinrent en haleine les scientifiques, qui multiplièrent les lots d'échantillons et les conditions expérimentales. D'abord, les échanges gazeux apparurent intenses, les échantillons absorbèrent le milieu nutritif, le carbone avait été assimilé. Puis des essais avec échantillons stérilisés n'assimilaient plus le carbone. Était-ce la preuve d'une « vie » ? On devait constater que l'analyseur chimique ne montrait pas la présence de composés organiques lors de nouveaux essais. Ceci remettait en question les conclusions des détecteurs. Les scientifiques furent divisés en deux camps : les partisans d'une forme de vie à des taux trop faibles pour l'analyseur, et ceux privilégiant une explication purement chimique à base de superoxydes.

Les opérations martiennes avaient été organisées de telle manière que les programmes principaux prenaient fin avant l'interruption des liaisons, inévitable avec la conjonction de la Planète rouge du 25 novembre. On restait sur sa faim. Les détecteurs avaient réalisé les expériences prévues en nombre limité, avec des indications positives difficiles à interpréter. Les résultats avaient permis de soulever un coin du voile montrant un monde très différent du nôtre. C'était une grande réussite.

Un nouveau matériel devait être préparé pour des stations de seconde génération dotées de nouveaux types de détecteurs. Construits pour durer 90 jours, les modules Viking ne s'interrompirent qu'après plus de 6 ans de bons et loyaux services, après un dernier contact avec la station Viking 1 le 13/11/82.

Yves Monier

LA VIE DE L'ASSOCIATION

ASSOCIATION PLANÈTE MARS

Le Conseil d'Administration s'est réuni le 25 septembre. Il a décidé de répondre positivement à l'appel à contribution financière de la Mars Society (cf. ci-après).

Conformément à ce qui avait été annoncé, nous avons renforcé notre coopération avec d'autres organisations. Ainsi, nous avons participé à une manifestation de Planète Sciences dans la région lyonnaise et étudions en commun le projet d'un module d'animation interactive sur le thème de Mars. Avec l'AAAF, nous avons organisé une conférence sur la production de propergol in situ ; une autre est prévue en région bordelaise le l4 décembre, et nous avons d'autres projets pour 2005.

L'EUROPE FACE AU DÉFI
DE L'EXPLORATION SPATIALE

(doc. NASA/JPL)

En septembre est paru notre « Livre Blanc » : ***l'Europe face au défi de l'exploration spatiale***, largement diffusé auprès de la presse nationale, des politiques et des institutionnels concernés (ministères, commission parlementaire de l'Espace, agences spatiales française et européenne, AAAF). Nous avons pu, en particulier, le remettre en mains propres au Ministre délégué à la Recherche, Monsieur François Daubert. Cinq thèmes y sont abordés : Espace : nouvelle donne ? / Pourquoi l'exploration spatiale ? / Un défi et une chance pour l'Europe / Une entreprise à notre portée / Priorité à l'exploration scientifique. Le document est téléchargeable sur notre site Internet.

Autre parution ce même mois, la traduction française, mise à jour et augmentée, du livre fondateur de Robert Zubrin, ***The case for Mars***, sous le titre ***Cap sur Mars*** (éditons Goursau). Disponible en librairie ou sur notre site (cf. bulletin de juillet de cette année).

Octobre a vu se développer une intense activité de communication, en particulier au cours de la Semaine de la Science. Nous sommes intervenus à : Bièvres*, Paris (en coopération avec la Cité des sciences), Magny-les-Hameaux*, Paris (Ministère de la Recherche), Charleville-Mézières, Cormeilles-en-Parisis, Vernon*, Toulouse… *(* : avec exposition).*

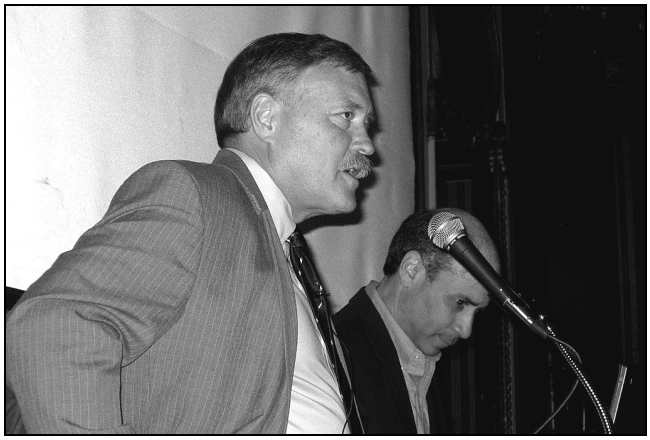
Le 16 septembre, Alain Souchier, vice-président de notre association, membre fondateur, s'est vu remettre le prix Albert Ducrocq de l'AAAF par Monsieur Curien, ancien ministre de la Recherche. Cette distinction souligne la passion et le dévouement constant d'Alain Souchier pour l'Espace.

de droite à gauche : A. Souchier, J.M. Thomas, le ministre H. Curien, J.C. Spinetta, le ministre de la recherche F. Daubert *(doc. M. Pouliquen)*

Nouveau ! Vous pouvez désormais téléphoner à « Planète Mars », pour recevoir en direct les dernières informations ou poser vos questions. Le numéro : ***05 61 21 13 60***.

THE MARS SOCIETY

Quatre cents martiens se sont retrouvés cet été à Chicago à l'occasion du 7ème congrès. L'événement, tout particulièrement marqué cette année par l'Initiative d'Exploration Spatiale, était co-sponsorisé par la National Space Society (NSS), partenaire de la Mars Society au sein de la *Space Exploration Alliance*. Les circonstances ont conduit l'amiral Craig Steidle, *Associate Administrator* en charge du programme d'exploration, à se déplacer, manifestant ainsi l'intérêt porté à notre mouvement dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle stratégie.



l'amiral C. Steidle (à l'arrière-plan, R. Zubrin) *(doc. R. Heidmann)*

Trois autres visiteurs exceptionnels nous ont honoré de leur présence : M. Lembeck, responsable des technologies du programme, l'astronaute S. Horowitz et S. Squyres, responsable scientifique du programme MER.

Pour l'année à venir, la Mars Society donne la priorité absolue à l'amélioration de la station de simulation en Utah (maintenance et opérations scientifiques) et à la poursuite de la recherche de financements pour l'installation de la station Euro-MARS en Islande (le module, rappelons-le, est déjà construit). Pour aider à lever des fonds supplémentaires, un concours de contributions est lancé auprès des sections.

L'édition 2005 se tiendra à Boulder. Pour 2006, la Mars Society et la NSS souhaitent coupler leurs congrès, lors d'une manifestation qui se tiendrait à Los Angeles, au mois de mai. Il reste à vérifier la faisabilité. **Richard Heidmann**

L'ISU AU PAYS DES KANGOUROUS

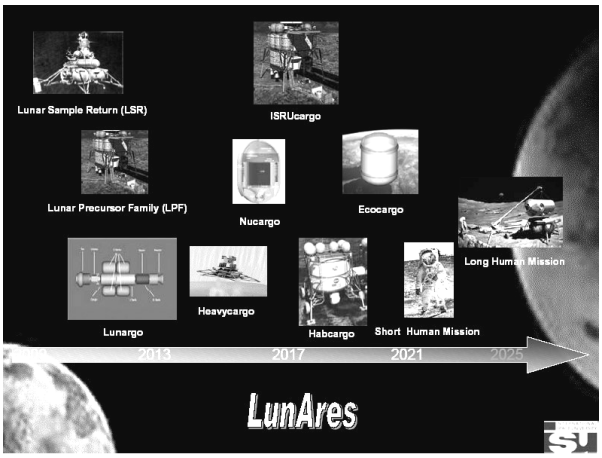
Les 3 « I » : International, Interculturel, Interdisciplinaire. Telle est la meilleure description que l'on puisse faire de la International Space University, basée à Strasbourg et qui organise chaque été une session intensive de deux mois : le Summer Session Program (SSP). Ce programme a lieu chaque année dans une ville différente, et en 2004 il s'agissait en fait d'un programme… d'hiver, puisqu'il s'est déroulé en Australie, à Adélaïde. Trois membres de Planète Mars y ont participé : Frédérique de Dinechin, David Agnolon et moi-même ! En tout, 27 pays étaient représentés. Les universités locales (University of South Australia, The University of Adelaide et Flinders University) nous ont accueillis sur leurs campus.

les étudiants du SSP 2004

Le programme s'articule autour de plusieurs formes d'enseignement. Pendant le mois de juillet, nous avions des cours toute la matinée dans différentes disciplines mais toujours appliqués au domaine spatial : cours scientifiques et techniques (de la formation du système solaire à la conception des satellites) mais aussi aspects légaux, politiques, etc. L'après-midi, nous mettions en pratique nos connaissances dans des travaux dirigés (« workshops »). Chaque étudiant devait aussi choisir, pour toute la durée du programme, un département (Sciences Physiques, Droit, Systèmes…) et participer aux activités de ce département. Dans le département Systèmes, j'ai pu participer à la mise au point d'expériences embarquées dans une fusée sonde !

Enfin, pendant le mois d'août, les étudiants étaient répartis en trois projets en équipe pour mettre en pratique la gestion d'un projet multidisciplinaire dont les membres viennent de pays et de cultures très différents. En ce qui me concerne j'ai participé au projet « LunAres – International Lunar Exploration in Preparation for Mars ». Le but était de proposer des missions lunaires devant servir au développement de technologies pour le voyage vers Mars ainsi qu'un cadre politique, légal et social pour réaliser ces missions. Nous avons donc commencé par analyser les missions actuelles afin d'identifier les technologies déjà disponibles, puis nous avons listé les technologies nécessaires pour Mars en les classant par priorités, et enfin nous avons recommandé plusieurs missions lunaires (voir diagramme ci-contre).
Les moments forts du séjour ? Il y en a énormément car le programme est très dense. Je garde néanmoins particulièrement en mémoire le voyage organisé par l'ISU à Woomera, la base militaire où se trouvent les pas de tir australiens et où nous avons lancé nos propres fusées sondes… la séance de simulation d'activité extra-véhiculaire en « microgravité » dans la piscine d'Adélaïde… et surtout le voyage à Arkaroola, un lieu désertique où la Mars Society australienne compte installer une base de simulation martienne (article à paraître).
En conclusion, le SSP est vraiment un programme à recommander aux passionnés d'exploration spatiale ! ☺

Anne Pacros (pacros@alum.mit.edu)



missions lunaires recommandées par LunAres *(doc. ISU)*

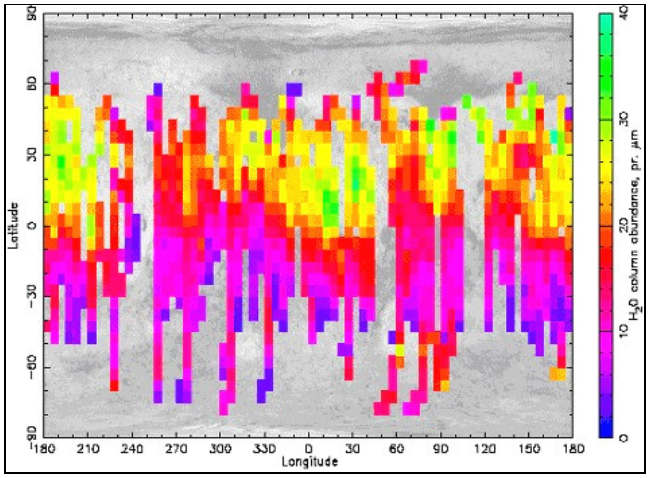
Pour plus de renseignements :
www.isunet.edu ; www.ssp04adelaide.com
et le site du projet LunAres :
www.ssp04adelaide.com/isussp04/tps/explore/ index.htm

DES NOUVELLES DE MARS EXPRESS

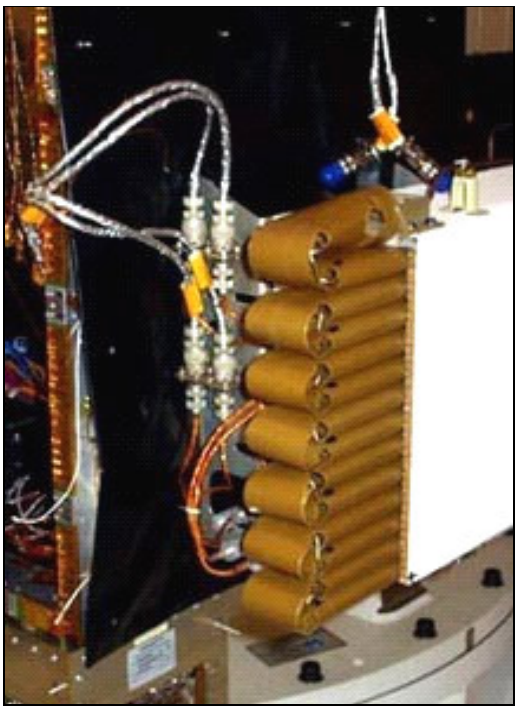
Peu avant la période de conjonction (où Mars se trouvait de l'autre côté de la Terre par rapport au Soleil, rendant les communications presque impossibles), l'Agence Spatiale Européenne a transmis à la sonde le programme des opérations scientifiques jusqu'au 10 novembre. Aucune activité de charge utile n'était planifiée du 22 août au 27 septembre.
Le fait récent le plus marquant est indéniablement l'annonce de résultats obtenus par un spectromètre capable de cartographier la composition de l'atmosphère martienne ; en mesurant la vapeur d'eau et le méthane dans les couches inférieures, il a trouvé que les zones de plus forte concentration de ces deux gaz étaient identiques. De plus, elles correspondent à des régions où Mars Odyssey a détecté un pourcentage important de glace dans le sol. Cette découverte peut appuyer la thèse d'une origine métabolique du méthane (a priori une vie martienne devrait préférer les régions les mieux hydratées). Néanmoins, la prudence reste de mise. Pour l'instant, le seul argument permettant d'écarter une source magmatique est qu'on ne perçoit aucune activité volcanique sur Mars. Mais a-t-on la finesse d'observation pour déceler des évents susceptibles de maintenir dans l'atmosphère une teneur de méthane aussi minime ?
Le radar MARSIS, dont on attend beaucoup puisqu'il doit être capable de détecter des poches d'eau et de glace souterraines jusqu'à une profondeur de 1 à 2 kilomètres, n'a toujours pas déployé ses longues antennes. Les ingénieurs entendent en effet mettre toutes les chances de leur côté et poursuivent en laboratoire les essais de caractérisation fine de la délicate mécanique.

Ils restent néanmoins confiants ; l'antenne sera déployée et nous devrions donc obtenir les résultats tant attendus.

Richard Heidmann



carte de concentration de la vapeur d'eau *(doc. ESA)*



l'antenne du radar MARSIS repliée, en cours d'essai *(doc. ESA)*

(suite de l'article page 1 : Spirit et Opportunity)

Sud, où évoluent les astromobiles, et le programme se poursuit au ralenti, les activités devant reprendre à mesure que l'insolation augmente sur les panneaux solaires des deux engins.

Une première synthèse peut être dressée alors que *Spirit* a travaillé 258 sols (journées martiennes) au 23 septembre et qu'*Opportunity* en comptabilise 237. L'espérance de vie des sondes étant de 90 sols, on voit qu'elles ne sont pas loin d'avoir triplé leurs objectifs. Il en est de même pour la distance parcourue. Alors que l'objectif était qu'une sonde au moins atteigne 600 mètres, toutes deux ont largement dépassé l'objectif, surtout *Spirit* qui affiche plus de 3 620 mètres au compteur en date du 23 septembre.

Les résultats scientifiques sont à la hauteur de l'exploit technique. La publication des premiers rapports de synthèse a eu lieu cet été, notamment dans le numéro de *Science* daté du 6 août en ce qui concerne *Spirit* et le site Gusev.

On commencera par noter que les géologues ont été gâtés : ceux qui aiment les roches volcaniques sont abreuvés de données palpitantes sur le site Gusev, alors que les experts en sédiments, à la recherche de traces d'eau, ont été comblés par *Opportunity*.

Les laves de *Spirit*

On s'attendait à trouver des sédiments lacustres sur le site Gusev de *Spirit* : ils sont absents pour le moment, bien que l'examen futur de strates claires dans l'Est des Columbia Hills pourrait apporter son lot de surprises. Les roches rencontrées à Gusev sont des roches volcaniques, apparemment brisées et disséminées à la surface par des impacts, comme celui qui a creusé le cratère Bonneville près du site d'atterrissage.

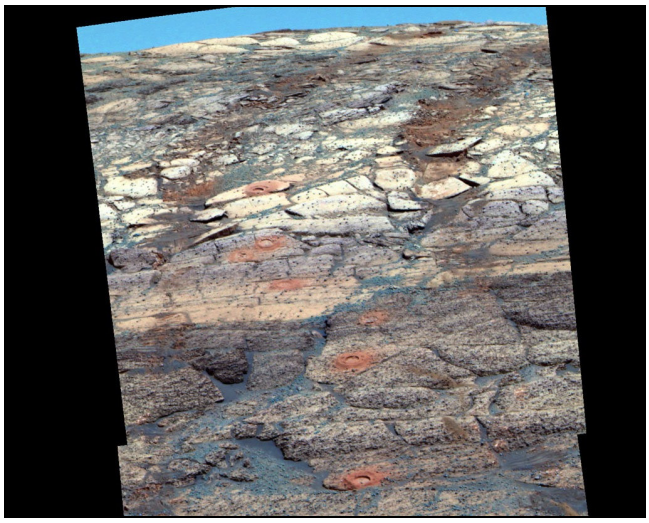
Les rapports publiés dans *Science*, qui couvrent les 90 premiers jours de la mission à proximité de ce cratère Bonneville, indiquent que les trois roches principales étudiées - Adirondack, Humphrey et Mazatzal- sont toutes trois des basaltes aux compositions identiques. Leur analyse au spectromètre APXS précise qu'outre leur faible teneur en silice (45,4 à 46,1 %), typique des basaltes, ces laves contiennent beaucoup de fer (18 %) et de magnésium (12 %), mais aussi une dose relativement élevée d'aluminium (autour de 11 %). En ce qui concerne les éléments alcalins, on note de faibles teneurs en sodium (2,6 à 3,3 %) et surtout en potassium (0,06 %).

Ces valeurs rangent les laves de Gusev dans la catégorie des basaltes riches en fer, de type *picrite*. Elles rappellent les *komatiites*, qui ont été produites lors d'éruptions sur Terre à des époques reculées, lorsque le manteau était plus chaud et fondait en plus grande proportion. De tels magmas riches en métaux, connus pour être très chauds et de faible viscosité, sont en accord avec la morphologie fluide des coulées de lave martiennes observées depuis orbite.

L'affleurement "Clovis" étudié par Spirit en août est vraisemblablement une roche volcanique altérée : elle contient des proportions relativement élevées de soufre, chlore et brome.
(doc NASA/JPL)

On ne sait pas d'où viennent ces laves, mais il y a fort à parier qu'elles sont anciennes (plusieurs milliards d'années) et qu'elles proviennent d'un manteau martien primitif, encore peu purgé par un nombre limité de fontes. D'autre part, les laves de Gusev sont légèrement différentes des *basaltes shergottites* qui constituent la majorité des météorites martiennes, et très différentes des *andésites* ou *basaltes andésitiques* soupçonnées sur le site de Mars Pathfinder. À la grande joie des volcanologues, les laves de Mars affichent donc une belle diversité.
On remarque une altération en surface des laves de Gusev : une croûte de quelques millimètres d'épaisseur, plus riche en soufre, chlore et brome. Ces éléments sont également abondants dans les fines fractures et les dépôts clairs des vacuoles qui ornent les roches. Il s'agit vraisemblablement d'une altération par des fluides qui ont infiltré les roches à une certaine époque. Mais elles ne témoignent pas de la présence durable d'un lac sur le site Gusev. L'examen des terrasses à l'Est des Columbia Hills changera peut-être cette appréciation *(voir article suivant)*.

Les sédiments d'*Opportunity*



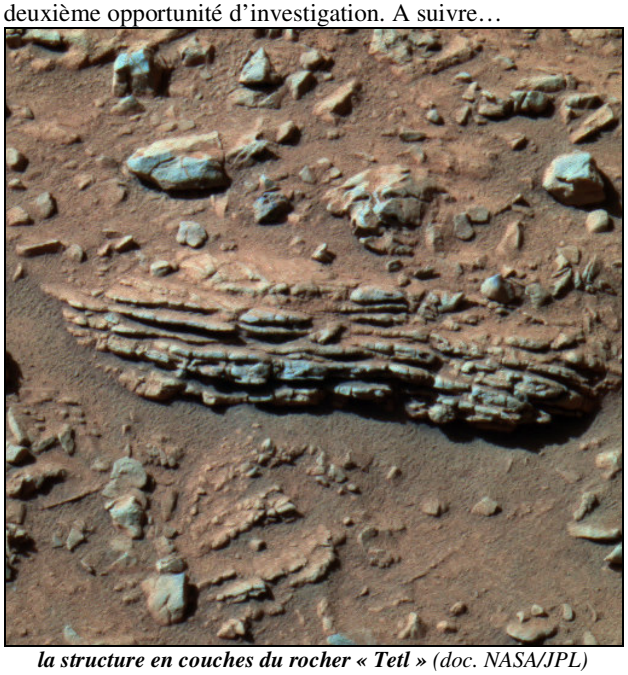
Dans le cratère Endurance, Opportunity se retourne pour photographier en fausses couleurs les strates d'évaporites étudiées en juin et juillet. Les cibles forées par la fraise sont entourées de débris rouges, riches en hématite. *(doc. NASA/JPL)*

Si les traces d'une activité aqueuse sont discrètes sur le site Gusev, on sait combien elles sont nombreuses sur le site d'*Opportunity*, à Terra Meridiani. La chance a voulu que la sonde tombe littéralement sur des affleurements d'évaporites, exposés au flanc du cratère d'atterrissage Eagle, affleurements que le robot a retrouvés dans la plaine, puis dans le cratère plus grand, Endurance, dans lequel il est actuellement niché.
Ces évaporites sont principalement des sulfates, dont 20 à 40 % de *jarosite* (un sulfate hydraté de fer, aluminium, potassium et sodium), d'autres sulfates de calcium et magnésium, et 30 % d'*hématite* (oxyde de fer) qui est présent surtout dans la couche superficielle et notamment dans ses petites « myrtilles » sphériques. On note aussi des chlorures et des bromures en proportions très variables d'endroit en endroit, comme il est de mise dans les sédiments évaporitiques. Cette sédimentation dans des plans d'eau riche en métaux dissous—une eau vraisemblablement acide—est d'ailleurs confirmée par les détails de stratification, notamment les rides croisées que l'on observe dans les affleurements, et qui témoignent d'un certain courant.
Une étude du géologue Brian Henek (Université du Colorado), publiée dans la revue *Nature* du 9 septembre, place les analyses d'*Opportunity* dans un contexte régional, en les comparant avec les analyses des spectromètres TES et Themis de *Mars Global Surveyor* et de *Mars Odyssey*. Selon cette étude, la fine couche superficielle de sol sombre, riche en hématite, est bien celle identifiée depuis orbite et qui a mené à la sélection du site d'*Opportunity*. Les strates claires de sulfates et autres évaporites recensées juste en dessous par l'astromobile correspondraient à un ensemble encore plus vaste connu sur les cartes orbitales sous le label de « *etched terrain* » et qui s'étend sur 330 000 kilomètres carrés, soit une surface comparable à celle de la mer Baltique sur Terre (ou les deux tiers de la France). D'autre part, l'épaisseur de ces strates, révélée par leur incision par des cratères d'impact et des escarpements, atteindrait 500 mètres. Cela prouverait que le plan d'eau qui a mené au dépôt de ces évaporites a persisté pendant une durée appréciable.
C'est l'érosion superficielle et locale de cette pile de sédiments, en éliminant les particules fines et en laissant derrière elles les grosses « myrtilles » sombres, qui a isolé l'étendue de sol à hématite, attiré l'attention des chercheurs sur cette région, et en a fait la cible d'*Opportunity*.

Charles Frankel

DU NOUVEAU SUR LES COLLINES

Fin septembre, juste après la période de conjonction, Spirit, désormais perché sur les collines « Columbia », découvrait cette roche feuilletée, tout à fait différente des spécimens observés dans la plaine de Gusev proprement dite. S'agit-il d'une roche sédimentaire, mise en place jadis au fond d'une étendue d'eau, ou de dépôts volcaniques ? Les instruments d'analyse du robot devaient permettre de répondre à cette interrogation. Une autre formation de type semblable, dénommée « Coba », se trouvait à proximité, fournissant une deuxième opportunité d'investigation. A suivre…



la structure en couches du rocher « Tetl » *(doc. NASA/JPL)*

Richard Heidmann

Ont collaboré à ce numéro : Charles Frankel, Richard Heidmann, Yves Monier, Anne Pacros.