



PLANÈTE MARS



Numéro 12 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com

juillet 02

ÉDITO

La planète « désert » est imbibée d'eau ! La découverte par Mars Odyssey d'immenses quantités de glace dans le proche sous-sol de la planète prendra probablement rang d'événement capital dans l'histoire de l'aventure spatiale. En effet :

-la thèse d'une planète au passé humide, ayant pu permettre l'éclosion de la vie, s'en trouve renforcée, ainsi que l'hypothèse de l'existence en profondeur de couches d'eau liquide où une vie pourrait s'être réfugiée ; un travail d'investigation de terrain approfondi et minutieux, dont seul l'Homme s'avère capable, est plus que jamais justifié ;

-à moyen terme, la présence d'eau facilement accessible permettra de réduire le tonnage des vaisseaux, dans la mesure où il n'y aura plus lieu d'expédier ni l'eau de consommation des équipages, ni l'hydrogène nécessaire à la propulsion de retour et à la motorisation des véhicules de surface.

Cette découverte augmente la probabilité de voir les grandes nations spatiales s'entendre pour s'embarquer vers Mars dans un délai raisonnable, disons d'ici 2020. Si nous n'en sommes pas encore là, l'intérêt s'aiguise, et les missions des années à venir promettent de faire monter considérablement la pression, pour peu qu'elles connaissent la même réussite que Mars Pathfinder, Mars Global Surveyor et Mars Odyssey. Au moment où l'édification de la Station Spatiale Internationale, premier grand programme en coopération mondiale, approchera enfin de son terme, leur moisson pourrait bien conduire les agences à ouvrir les discussions sur la grande aventure scientifique, technologique et humaine de ce début de siècle.

Les événements du monde seront-ils favorables à l'avènement d'une telle conjoncture ? Chacun d'entre nous fera son pronostic. Mais même les moins optimistes pourront légitimement considérer qu'en soutenant l'action de Planète Mars, donc de la Mars Society, ils y contribuent, modestement mais efficacement.

Richard Heidmann, Président de « Planète Mars »

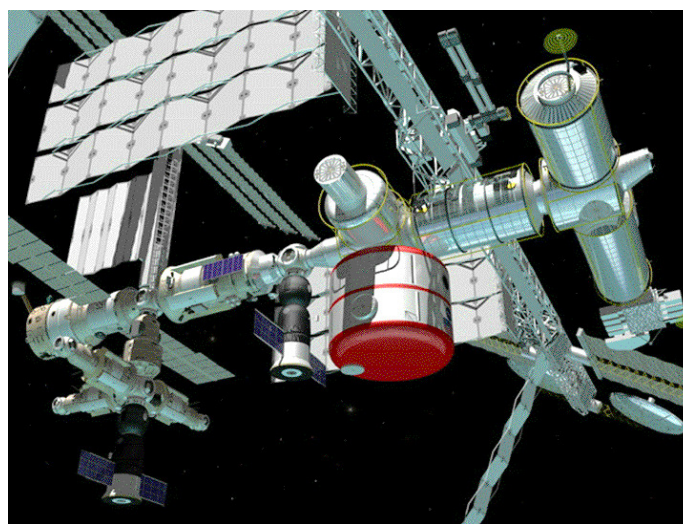
Dans ce numéro :

- | | |
|--|------|
| • Sécurité | p. 1 |
| • MER : où débarquer ? | p. 1 |
| • La vie de l'association | p. 3 |
| • L'image du trimestre | p. 4 |
| • Vos questions | p. 4 |
| • Retour d'Islande : un repérage fructueux | p. 7 |

prochain numéro : octobre 2002

SÉCURITÉ

La sécurité de la mission constitue une des préoccupations centrales des concepteurs du projet de débarquement de l'Homme sur Mars. C'est aussi un point que les opposants exploitent à leur aise, même s'ils sont la plupart du temps bien incapables d'objectiver leurs affirmations en matière de dangerosité réelle.



qualification de l'Habitat à bord de l'ISS (doc. NASA)

La notion de risque acceptable revêt des aspects à la fois éthiques, psychologiques et, s'agissant de programmes spatiaux, médiatiques et politiques. Un torero, un boxeur, un pilote de formule 1 prennent volontairement des risques qui, on le sait d'expérience, ne sont pas insignifiants (probablement un risque de décès de l'ordre de 1/1000 par prestation). Par contre,

(suite page 2)

MER : OÙ DÉBARQUER ?

Dans un an, en mai et juin 2003 si le calendrier est respecté, trois sondes partiront à l'assaut de la planète rouge pour y poser trois atterrisseurs : les deux MER (" Mars Explorer Rover ") de la NASA, et le Beagle-2/Mars Express de l'ESA. Ce triple rendez-vous est d'autant plus attendu que la dernière tentative d'atterrissage sur Mars —Polar Lander en décembre 1999— fut un échec. Le dernier succès remonte à 1997 avec Mars Pathfinder, vingt et un ans après les deux premiers en 1976 (Viking 1 et 2).

En 2003-2004, nous avons donc l'opportunité de doubler le

(suite page 5)

(Suite de l'article page 1 : Sécurité)

dans le cas des missions spatiales, même devenues pratiquement transparentes à l'opinion, comme les vols vers les stations spatiales, un accident revêtirait un caractère de catastrophe publique et politique. Trois raisons principales à cette situation :

- Une raison politique : à ce jour, les vols habités sont toujours financés par les États, donc par l'argent des contribuables (à de rares exceptions). Un accident est donc une remise en cause potentielle des responsables politiques et du programme concerné ;
- Une raison « technique » : pour atteindre les objectifs élevés de sécurité assignés, les responsables de ces projets sont obligés non seulement de mettre en action un système de spécifications et de conduite de programme d'une rigueur féroce, mais aussi de « survendre » leur objectif de sécurité ;
- Une raison sociale : pour les missions extraordinaires (Apollo, lancement d'essai de la navette... vols vers Mars), le public s'identifie à l'astronaute, devenu héros. Il n'admet pas de le voir mal finir...

Cela étant, le risque zéro n'existe pas, et c'est un message qui est maintenant admis. Le public reconnaît aussi que les astronautes ne sont pas des « monsieur tout le monde » et qu'ils sont soumis à des risques spécifiques. Et les politiques eux-mêmes décident de programmes, comme celui de la navette ou de l'ISS par exemple, en acceptant un niveau de risque de catastrophe non négligeable.



plus de cent fois exposés au feu... (doc. NASA)

On peut d'ailleurs faire référence aux programmes passés. En ce qui concerne Apollo, dix vols ont été effectués (Apollo 8 à Apollo 17) ; l'un d'entre eux a été une quasi-catastrophe (Apollo 13), la frontière entre le désastre et une mission dégradée exemplaire ayant tenu à un cheveu. On peut estimer que la probabilité de perte d'équipage du programme Apollo était de l'ordre de grandeur de 1/10 seulement ! Peut-être 1/20, en tenant compte du resserrement des dispositions après Apollo 13. Rappelons aussi que 3 hommes ont perdu la vie dans l'incendie de la capsule Apollo, première définition, lors d'une répétition au sol. C'est en tout cas avec ce niveau de probabilité, pas avec 1/100, que les USA ont poursuivi leur programme. Avec, il est

vrai, un but de guerre froide.

En ce qui concerne la navette spatiale, la NASA évalue la probabilité de perte d'équipage à 1/500 par lancement, suite aux améliorations de sécurité menées depuis Challenger. Elle espère atteindre 1/1000 à la fin de la décennie, si le programme d'amélioration continue en cours est mené à son terme. La sécurité démontrée est évidemment bien moindre (environ 1/100).

Pour les programmes limités à l'orbite terrestre, la NASA s'est donné comme règle que la probabilité de perte d'équipage soit de 1/100 pour l'exécution de l'ensemble du programme (toutes les missions) ! Notons que cette demande n'est pas satisfaite pour la navette, ni aujourd'hui, ni même si le programme d'amélioration toujours en cours était exécuté totalement ! La NASA n'a pas édicté d'objectifs de fiabilité et de sécurité pour les missions au delà de l'orbite terrestre. Les spécifications pour la mission martienne restent donc à établir. Mais les données sur Apollo, programme proche dans son esprit de la première phase de missions vers Mars, et celles sur la navette, proches de missions plus routinières, peuvent nous guider. Les ordres de grandeur suivants pourraient s'avérer des objectifs raisonnables techniquement et acceptables politiquement :

Première mission habitée vers Mars : probabilité de retour sain et sauf de l'équipage, soit à la fin de la mission nominale, soit à la fenêtre suivante (sauf maladie individuelle) :

0,95

Ensemble des 10 missions de la phase d'exploration préliminaire, s'étendant sur 20 ans :

0.9

L'expérience acquise lors de la première mission devrait permettre de lever un certain nombre d'incertitudes et d'apporter des améliorations aux systèmes autorisant un niveau de sécurité beaucoup plus important sur l'ensemble du programme.

Se fixer un objectif inférieur ne permettrait probablement pas de sélectionner les bonnes options, ni de déterminer les axes de développement nécessaires au niveau des équipements critiques. A l'inverse, s'obliger à des niveaux supérieurs reviendrait, compte tenu de la complexité et du caractère nécessairement pionnier d'une telle mission, à y renoncer ou à en augmenter le coût de façon exorbitante. Nous parlons là d'un programme de reconnaissance préliminaire, limité en durée et nombre de missions.

Pour atteindre ce niveau de sécurité, il faudra :

- un sérieux programme de caractérisation à l'occasion de la phase de reconnaissance robotique, permettant de lever les doutes pour la sécurité résultant d'un certain nombre d'inconnues sur l'environnement martien ; nous avons tout le temps de mener un tel programme ;
- un programme de qualification des vaisseaux, analogue à celui qui a été mené pour Apollo : qualification des matériels en vol (durée, environnement), qualification des procédures, appropriation par les équipages ;
- que les technologies retenues pour les vaisseaux déri-

vent directement de celles qui auront été largement validées grâce à l'ISS ;

- que les systèmes soient conçus maintenables, du fait de la durée de la mission ;
- que la philosophie « Mars Refuge » soit effectivement mise en application, ce qui impose en particulier, dans le cas des architectures qui le permettent (Mars Direct et DRM) : l'accès possible à la base de la mission suivante, la mobilité planétaire, une réserve de consommables permettant la survie sur la durée correspondante ;
- que les équipements soient conçus « transparents » (c'est-à-dire faciles à comprendre par un intervenant) et **réparables** : attention à la trop grande sophistication.

Il nous est apparu particulièrement intéressant d'aborder ce thème dans le cadre du Groupe de travail Astronautique. **Stéphane Grès**, titulaire d'un DEA en systèmes complexes et sécurité, spécialiste de la fiabilité des organisations, a pris en charge cette activité. Il est en relation étroite avec les spécialistes en Sûreté de Fonctionnement (SdF) de l'UTC de Compiègne. Plusieurs autres membres se proposent d'y contribuer en l'abordant sous différentes facettes. Le but recherché est d'alimenter en données et arguments rationnels le débat sur le réalisme du projet de ce point de vue essentiel.

Richard Heidmann

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Préliminaire : chaque membre a trouvé, avec son exemplaire du bulletin n° 12, sa carte de la MARS SOCIETY, à compléter par lui-même ; rappelons que chacun de nous fait partie de cette association (article 5.4 de nos statuts).

La diversité des activités de l'association Planète Mars (APM) et de TMS (The Mars Society) est telle que nous sommes obligés de n'en présenter que quelques aspects. Ceux des membres qui peuvent consulter le site www.planete-mars.com comprendront que, dans cette rubrique du bulletin trimestriel, on doive se limiter à l'essentiel.

PLANÈTE MARS

Réunion du Conseil d'Administration (CA)

Le CA renouvelé lors de l'Assemblée Générale du 16 mars 2002 s'est réuni samedi 13 avril au Siège avec un ordre du jour comprenant, en particulier, deux points importants : la situation du projet Euro-MARS (European Mars Analog Research Station) et la désignation du Bureau 2002-2003 conformément à l'article 10.2 des statuts. Le Bureau est composé comme suit : *Président* Richard Heidmann, *Secrétaire* Dominique Guillaume, *Secrétaire adjoint* David Dornbusch, *Trésorier* Lionel Cousin, *Webmaster* Bertrand Spitz. Plusieurs fonctions nouvelles ont été proposées, discutées et retenues par le CA : *Vice-Président*, *Chargé du recrutement*, *Chargé Action Jeunes*, *Responsable presse*, *Webmaster adjoint* ; ces fonctions sont définies dans le compte rendu de la réunion du CA (Cf. site en *Pages des membres*) et doivent être approuvées en assemblée générale (statuts, article 10.2).

Assemblée Générale Extraordinaire (AGE)

Une AGE est prévue **samedi 14 septembre de 14 à 15 heures**

à la **Salle de l'Espace du C.N.E.S.**, 2 place Maurice Quentin, 75001 Paris (M° Les Halles). Elle a pour objet essentiel la modification des statuts prenant en compte les nouvelles fonctions proposées par le CA du 13 avril (Cf. ci-dessus). Elle sera suivie de conférences ouvertes au public sur le thème "Vivre sur Mars : données et conception d'un habitat martien".

Groupe Astronautique

La première réunion sur le thème n° 1 "sécurité de la mission habitée", animé par Stéphane Grès¹, a eu lieu le 22 avril au Siège ; les thèmes n° 2 "environnement radiatif", animé par Pierre-Yves Darmon¹, et n° 3 "aérocapture", animé par Yann Chauvat¹, viennent de démarrer.

Nathalie Cabrol, MER-A et MER-B

Deux missions automatiques MER (Mars Exploration Rover) partiront de la Terre les 30 mai et 27 juin 2003 et se poseront sur Mars les 4 janvier et 8 février 2004 sur deux sites distincts. La NASA a choisi 28 scientifiques de haut niveau pour participer à ces projets ; parmi eux, se trouve Nathalie Cabrol, membre d'honneur de l'APM, chercheur au SETI Institute et planétologue française expatriée à la NASA depuis 8 ans ; elle aura la responsabilité des études des processus sédimentaires aqueux. Félicitations pour cette prestigieuse reconnaissance d'un travail opiniâtre. Tous nos vœux de réussite l'accompagnent !

Les médias se sont fait l'écho à plusieurs reprises de nos activités, en particulier grâce à Gilles Dawidowicz, suite à sa mission en Utah (Le Monde 2, France 2, Courrier International).

MARS SOCIETY

Rappelons que le 5^{ème} congrès annuel de TMS aura lieu à Boulder (Colorado), à l'Université du Colorado, du 8 au 11 août 2002. De même, le 2^{ème} congrès européen annuel de TMS est prévu à Rotterdam (Pays-Bas) du 27 au 29 septembre 2002. Les informations utiles sont sur le site www.planete-mars.com.

TMS prépare la campagne d'été de la station de simulation F-MARS (cratère Haughton) pour juillet-août et fait le bilan des activités des équipages de la station MDRS (Utah). La station Euro-MARS est exposée au public depuis le 15 juin, pour la durée de l'été, à l'Adler Planetarium (Chicago) ; fin juin, une mission de reconnaissance a été menée en Islande, avec la participation, pour l'APM, de Charles Frankel (voir article spécifique).

Le projet *Translife*, lancé par TMS, vient de faire l'objet de premières expérimentations au sol. Cette mission consiste à faire voler un groupe de souris en orbite autour de la Terre ; le système est mis en rotation de façon à simuler la gravité de Mars (0,38 g) ; pendant les 50 jours de la mission, les souris pourront se reproduire. Au retour sur Terre, on pourra ainsi analyser, pour la première fois, les effets de la gravité réduite de Mars, non seulement sur la physiologie de mammifères, mais aussi sur leur procréation, leur naissance et leur croissance.

Dominique Guillaume, Secrétaire

1 s.gres@magic.fr

2 pierre-yves.darmon@cnes.fr ou cnes.darmon@sycomore.org

3 yann.chauvat@orange.fr ou yann.chauvat@onecert.fr

L'IMAGE DU TRIMESTRE :

Les transpirations du cratère d'impact Kaiser

Nous avons présenté il y a deux ans sur le site Internet de l'association les extraordinaires formations qualifiées de « transpirations martiennes ». Les exemples abondaient notamment sur les remparts de cratères d'impact situés dans l'hémisphère Sud. Nous avons alors évoqué deux cratères d'impact de 20 et 50 km situés dans la région de Noachis Terra, puis un versant situé dans les très hautes latitudes Sud de la planète.

Toutes ces formations étaient attribuées à la présence d'eau liquide sur Mars qui, juste avant sa sublimation, avait eu, sous les effets conjugués de la pression hydraulique, de la pression probable d'une croûte glaciaire et de la gravité, tout juste le temps de cisailer profondément ces versants. De plus, l'absence de cratères d'impact, cumulée à la relative fraîcheur apparente de ces ravines, laissait supposer un âge récent.

L'image présentée ce trimestre est centrée par 46,4° S et 341,4° W. Il s'agit d'un rempart de cratère d'impact localisé dans un autre cratère d'impact plus grand : le cratère Kaiser. Des ravines émergent dans des couches géologiques affleurantes spécifiques. Les mêmes que celles évoquées plus haut. L'image date du début de l'été austral.



(doc. MSSS)

On y observe, outre les ravines qui se concentrent très tôt sur la pente, des stries et des rides sur le haut du plateau, des couloirs chaotiques sombres formés par des « dust devils » qui, de temps à autre, forment des boucles prouvant ainsi la nature aléatoire de ces mini-tornades de poussière, et enfin, en pied de versant, des formations dunaires claires qui semblent surimposées aux couloirs formés par les tornades.

Ces phénomènes météorologiques décollent une fine couche de poussière, parfois indurée, laissant apparaître de manière très contrastée les couches inférieures, le plus souvent plus sombres que la couche apparente, érodée. Ces couloirs, souvent très nombreux dans une même zone, sont actuels puisqu'ils ont été photographiés en pleine formation. Notons au passage que cer-

tains « dust devils » peuvent atteindre l'altitude record de 8 000 mètres. Fréquents aux moyennes latitudes à la fin du printemps ou au début de l'été, ces couloirs marbrent des régions entières de la planète Mars...

Mais revenons aux ravines. Il semble que celles-ci traversent et incisent la plupart des formations dunaires claires, ainsi que la plupart des couloirs sombres formés par les tornades. Si cela se confirme, elles seraient donc plus récentes. Or il est pour le moment difficile d'affirmer avec certitude si les couloirs sombres formés par les « dust devils » incisent plus souvent les dunes ou l'inverse.

Nous avons là un exemple intéressant de datation relative des terrains, avec trois « dateurs » récents que sont les ravines, les dunes et les couloirs formés par les tornades. On observe en effet que, le plus souvent, les ravines incisent et les dunes et les couloirs, mais l'une des ravines située en haut à droite de l'image est, sur sa partie terminale, comblée partiellement et à plusieurs reprises par du sable où se surimposent de faibles traînées de tornades... Or, si ces ravines, qui font toutes presque 1 km de long, sont dans leurs parties supérieures très fraîches, aux rebords bien nets et sans cratère d'impact surimposé apparent, cela prouverait leur relative jeunesse, pour ne pas dire leur contemporanéité si l'on admet que les « dust devils » sont actuels puisqu'observés en « live », en cours d'évolution, par la sonde MGS.

On comprend ainsi mieux l'intérêt fondamental de ces questions et des interprétations faites des images haute résolution, nécessaires pour la compréhension de la planète Mars actuelle. Il convient donc, avec grande nécessité, d'améliorer encore la précision des caméras embarquées à bord des orbiteurs et de multiplier ces orbiteurs, pour pouvoir confirmer ou non la présence actuelle d'eau liquide sur Mars.

Cette image, acquise en janvier 2002, couvre une zone de 3 km de diagonale. Le Soleil éclaire la scène par le haut gauche.

Gilles Dawidowicz

(retrouvez cette chronique hebdomadaire sur le site Internet de l'association www.planete-mars.com)

VOS QUESTIONS

Q : Faut-il penser science ou colonisation ?

R : Par rapport à l'objectif d'obtenir la décision d'un programme d'exploration humaine, la perspective de colonisation, lointaine et hypothétique, ne saurait constituer un argument convaincant vis-à-vis d'hommes politiques ! C'est sur le potentiel scientifique de la planète qu'il faut tabler, ainsi que sur la formidable impulsion technologique et économique à laquelle conduira le programme et sur les enjeux de positionnement sur la scène spatiale qui y seront liés. Cela étant, ces considérations n'ôtent rien à la valeur de l'anticipation.

Q : Quels dangers présentent les tempêtes de poussière ?

R : Si de forts vents peuvent se lever à ces occasions (jusqu'à 180 km/h), leur effet dynamique, du fait de la très faible densité de l'atmosphère, reste modeste (équivalant à celui d'un vent de 10 km/h sur Terre).

valent à une brise de 20 km/h). La poussière véhiculée peut par contre former des dépôts sur les matériaux (ex. panneaux solaires), mais elle est trop fine pour avoir un effet abrasif notable. Seul phénomène potentiellement dangereux : les effets électrostatiques (chocs électriques). Difficile enfin d'imaginer un atterrissage en pleine tempête, du fait du manque de visibilité ; la mise en orbite d'attente préalable est donc une précaution souhaitable.

Q : Qu'apportent au plan scientifique les opérations d'habitat simulé ?

R : L'idée de ce programme est de préparer les futures missions humaines, dans des conditions aussi représentatives que possible (et nécessaire). Mais ce n'est pas de faire des découvertes en géologie ou biologie ! Il s'agit de tester les procédures, outils et instruments de travail sur le terrain, de façon réaliste. Les campagnes à Devon et en Utah ont déjà démontré la validité de cette approche. Des chercheurs peuvent aussi profiter de cet environnement pour tester des prototypes d'appareils (robots, caméras, etc...). Enfin, ces opérations ont aussi une vocation médiatique tout à fait essentielle ; il s'agit d'attirer l'attention du public en lui montrant des réalisations concrètes et « de l'action ».

(Suite de l'article page 1 : MER : où débarquer ?)

score ; c'est véritablement un grand cru de l'exploration martienne qui nous attend. L'association Planète Mars est d'autant plus impliquée que notre membre d'honneur Nathalie Cabrol, du SETI Institute, a été sélectionnée membre de l'équipe MER (voir par ailleurs) et qu'à travers nos partenaires anglais de la Mars Society U.K., nous serons aux premières loges pour vivre l'aventure du Beagle-2.

Les règles du jeu

Les trois sondes martiennes qui accompliront les atterrissages en airbags, selon la procédure testée avec succès par Pathfinder, emporteront une panoplie d'instruments destinés à photographier et à analyser le terrain. Dans le cas du Beagle-2, les instruments seront montés sur un bras robotique fouillant le sol dans un rayon de deux mètres autour de l'atterrisseur ainsi que sur la sonde elle-même, alors que dans le cas des deux MER (A et B) la charge utile sera montée sur des rovers de 150 kg, capables de parcourir une centaine de mètres par jour.

La sélection des sites d'atterrissage est évidemment cruciale. Elle est dictée par des considérations autant scientifiques que techniques, l'accent étant d'abord mis sur la sécurité. En ce qui concerne les MER américains, par exemple, les sondes doivent se poser dans la bande équatoriale (entre 15° S et 10° N) afin de bénéficier de températures relativement élevées et d'une bonne "visibilité radio" avec la Terre ; les vents à basse altitude ne doivent pas dépasser 20 m/s ; et l'altitude des sites d'atterrissage doit être inférieure à -1300 m (sous le niveau "zéro" de la

planète) afin que la sonde dispose d'un dénivelé vertical conséquent lors de sa descente pour utiliser au mieux ses parachutes. Le surcroît de pression au sol, à de telles altitudes négatives, est d'autre part favorable à l'existence d'une eau liquide lors d'éventuelles périodes clémentes de l'histoire martienne, ce qui n'est pas pour déplaire aux scientifiques.

En ce qui concerne le terrain lui-même, il doit présenter des pentes inférieures à 15 degrés et une surface relativement lisse (faible "rugosité" pour ne pas gêner la manœuvre d'atterrissage et la mobilité des rovers). En particulier, il ne saurait présenter plus de 20 % de gros rochers éparpillés sur le site. Les sondages radar depuis la Terre permettent d'étudier pentes et rugosité ; quant au pourcentage de rochers, il peut être déduit de l'inertie thermique du sol (mesures Themis infrarouge de Mars Odyssey) car les rochers se réchauffent et se refroidissent moins vite que le sable et la poussière.

Enfin vient l'intérêt scientifique du site. La grande question qui anime la recherche martienne ces dernières années est bien évidemment le cycle de l'eau à travers l'histoire de la planète rouge, avec en filigrane l'éventualité d'une vie actuelle ou passée. Les terrains sédimentaires, susceptibles de nous renseigner sur l'action de l'eau, voire de renfermer des fossiles, se sont donc retrouvés en tête de liste. Une autre priorité consiste à valider au sol les informations recueillies en orbite, notamment en ce qui concerne la minéralogie de la surface. On cherchera donc à poser les sondes sur des sites qui appartiennent à une classe spectrale "type", définie par les instruments de Global Surveyor et Mars Odyssey, afin de leur coller une étiquette minéralogique ou chimique grâce aux analyses effectuées au sol.

Beagle-2 : le bassin Isidis

À l'heure de faire un choix, les Européens ont été les plus rapides en annonçant, dès le mois de décembre 2000 —trois ans avant l'atterrissage prévu le 26 décembre 2003— le site de Beagle-2.

Les chercheurs de la mission Mars Express avaient très tôt fait état de quatre alternatives possibles : Chryse Planitia, Isidis Planitia, Elysium Planitia et Candor Chasma. Comme leurs noms l'indiquent, il s'agit de plaines pour les trois premières et d'une branche du grand canyon Valles Marineris pour la quatrième. Les risques à l'atterrissage, quant à ce quatrième choix, devaient rapidement l'écarter. Pour leur premier atterrissage sur Mars, les Européens comptaient jouer la sécurité, comme l'avaient fait en leur temps les Américains pour les sondes Viking, dont on se souvient qu'elles atterrirent en 1976 sur les sites plats et un peu monotones de Chryse Planitia (tiens, déjà !) et Utopia Planitia.

Une deuxième contrainte concernant Beagle-2 devait réduire le choix : l'insolation. Petite et mal chauffée, la sonde a besoin d'un site tempéré pour fonctionner correctement. Les études thermiques ont montré que seul un

candidat satisfaisait à ce critère technique : Isidis Planitia, avec un point d'atterrissage à l'est du bassin (11° N, 270° W). Les études d'inertie thermique montrent un nombre de rochers satisfaisant sur le site : pas trop pour ne pas mettre en danger l'atterrissage, mais suffisamment pour que le site échappe à la monotonie.

Isidis Planitia a un fond relativement plat : il s'agit d'une ancienne structure d'impact de 1000 km de diamètre où se sont vraisemblablement épanchées des nappes d'eau liquide qui ont étalé leur lot de sédiments dans le bassin. Sa surface est aujourd'hui parcourue de nombreuses dunes : si elles proviennent de roches locales, notamment grâce à l'action de l'eau, gageons que leur étude sera fort instructive.

Sites MER : une rude sélection

Pour les sondes de la NASA qui se poseront en principe le 4 janvier et le 8 février 2004, le choix n'est toujours pas arrêté à un an du lancement. Ce n'est pas une surprise : les Américains nous ont habitués à une programmation souple et évolutive jusqu'au dernier moment, afin de tenir compte des informations les plus récentes. On se souvient de l'atterrissage de Viking 1, dont le site initial d'Ares Vallis fut éliminé quelques jours avant l'atterrissage, alors que la sonde venait d'arriver en orbite martienne et que ses photographies montraient une surface plus tourmentée que prévu. Lui fut préféré le site, un peu plus en aval, de Chryse Planitia.

Pour les MER, les chercheurs comptent intégrer les données radar recueillies depuis la Terre et surtout les repérages orbitaux de Global Surveyor —dont la mission a d'ailleurs été prolongée dans ce but— et de Mars Odyssey, avant d'arrêter leur choix.

Le processus de sélection a débuté dès la fin de l'an 2000 avec une première liste de 18 sites, établie sur la foi des considérations techniques d'atterrissage. Les chercheurs furent conviés à noter leur intérêt scientifique : ils identifièrent 29 sites qui furent examinés dans le détail lors d'une première réunion, les 24 et 25 janvier 2001, au NASA Ames Center.

Cette réunion opposa, comme de coutume, les ingénieurs soucieux de garantir la sécurité de l'atterrissage et les scientifiques désireux d'explorer un terrain intéressant. On se rappelle le “forcing” de Nathalie Cabrol qui plaida pour une approche la plus libérale possible et pour l'inclusion de sites à la limite des contraintes sécuritaires des deux sondes. Cela lui permit notamment de garder dans la course ses sites favoris : les cratères Gale et Gusev avec leurs lots de sédiments.

Huit sites émergèrent de ces éliminatoires en janvier 2001. Outre les cratères Gale et Gusev, on trouvait deux sites dans la région équatoriale de Terra Meridiani ; Melas Chasma dans Valles Marineris ; Eos Chasma à l'embouchure du canyon ; Isidis Planitia ; et Athabasca au sud d'Elysium.

Les 17 et 18 octobre 2001, une seconde réunion —cette fois-ci à Pasadena— décidait du classement des huit finalistes. Quatre sites furent reconnus prioritaires : Terra Meridiani, Melas Chasma, le cratère Gusev et Athabasca, avec comme remplaçants les deux sites Isidis et Eos Chasma. En janvier 2002, une permutation intervenait, Athabasca étant jugé trop encombré de rochers sur la foi d'une étude radar et rétrogradant au poste de remplaçant, alors qu'Isidis devenait titulaire à sa place.

Une troisième réunion d'évaluation eut lieu à Pasadena du 26 au 28 mars 2002. On s'attend dans le courant de l'été à ce que les deux sites “vainqueurs” émergent des quatre finalistes.

Les quatre finalistes

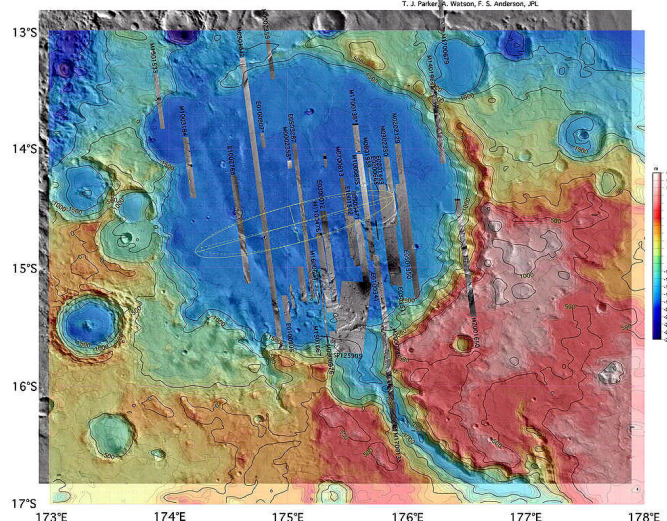
Chaque site mérite d'être décrit pour l'intérêt scientifique qu'il présente.

Terra Meridiani s'impose comme le favori, du moins pour la première mission “MER A” qui se positionne comme la plus conservatrice des deux sondes (“MER B” pouvant alors viser un terrain plus accidenté). Idéalement situées sur l'équateur, ces plaines sombres sont nichées 2000 km à l'est du débouché du grand canyon Valles Marineris. Elles doivent leur notoriété à la présence de cristaux d'hématite grise, un oxyde de fer détecté par le spectromètre TES de Global Surveyor. La signature spectrale du site plaide pour la présence de gros cristaux (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de micromètres) recouvrant 10 à 15 % de la surface. Or, l'hématite grise doit sans doute son origine à une cristallisation en milieu liquide, voire à une percolation hydrothermale à travers le sol, deux hypothèses qui plaisent bigrement aux chercheurs et apporteront des éclaircissements sur le cycle de l'eau sur Mars. Une troisième alternative voudrait que cette hématite soit le résultat d'une altération à chaud de laves basaltiques, laves qui devraient constituer l'essentiel de la roche mère dans la région.

Le cratère Gusev, candidat de Nathalie Cabrol et d'Edmond Grin, est tout aussi prometteur. Cet ancien cratère d'impact, de 160 km de diamètre, est situé au pied des plateaux de Terra Cimmeria, dans la descente menant au bassin d'Elysium, sur le chemin d'anciens écoulements fluviaux.

Une vallée asséchée, Ma'adim Vallis, débouche justement dans le cratère où se dressent d'importantes piles de sédiments. On peut leur supposer une origine lacustre —avec toute la richesse géologique et éventuellement biologique qu'elles présenteraient alors— bien qu'une origine éolienne (poussières ou cendres volcaniques) ne soit pas à exclure. Le site d'atterrissage est situé dans le quadrant sud-ouest du cratère, là où les images de Global Surveyor ont identifié le terrain le moins accidenté.

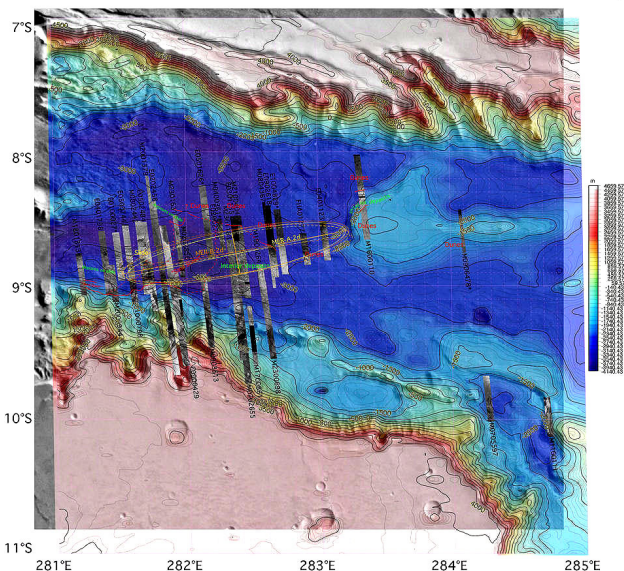
Gusev Crater Site (TCM-5 DeltaDOR, -2Day:
MER-A; Open of window=dashed, Close=solid)
T. J. Parker, J. Watson, F. S. Anderson, JPL



Melas Chasma est situé en plein centre de Valles Marineris, 3700 m sous le niveau zéro du globe, là où le grand canyon de Mars est particulièrement large. Inutile de préciser qu'un atterrissage dans Valles Marineris aurait un impact médiatique considérable —enfin une région spectaculaire de Mars serait visitée— et un intérêt scientifique certain.

Se posant à quelques kilomètres de la bordure méridionale du canyon, le rover pourrait rouler dans sa direction et recueillir des images des strates à flanc de falaise, alors qu'à l'est du site se dresse d'autre part un imposant champ de dunes.

Valles Marineris Melas Site(TCM-5 DeltaDOR, -2Day:
MER-A=Yellow; MER-B=Orange; Open of window=dashed, Close=solid)
T. J. Parker, JPL

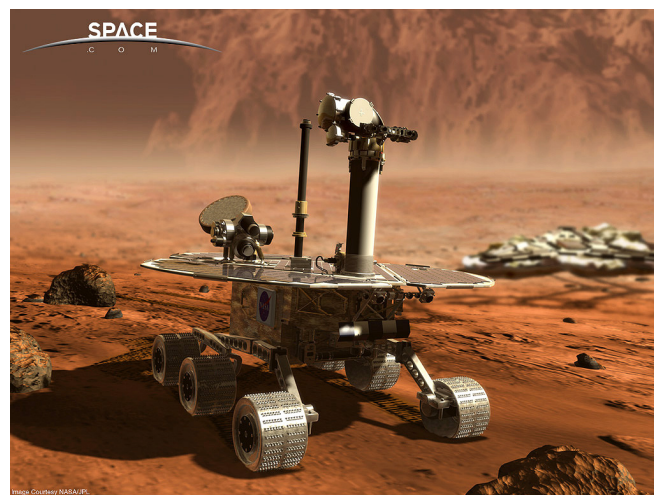


Isidis Planitia est le quatrième site retenu, le long de la bordure méridionale de ce bassin d'impact, dont on sait qu'il a déjà été retenu par les Européens pour leur sonde Beagle-2. Les hauts plateaux de Terra Tyrrhena dominent le site et promettent un échantillonnage intéressant de roches dévalées des hauteurs, d'autant que les images de Global Surveyor montrent une ribambelle de chenaux émergeant du massif.

Situé sur la “dichotomie” entre plateaux du sud et bassins du nord, le site lèverait peut-être le mystère sur cette frontière géologique entre deux mondes.

À l'heure où vous lirez ces lignes, deux des sites auront peut-être passé la dernière phase de sélection pour devenir les cibles officielles des sondes MER. Mais jusqu'à la dernière minute, on peut compter sur les Américains pour continuer à exploiter les informations de leurs sondes orbitales et, le cas échéant, changer d'objectif. À suivre !

Charles Frankel



Rover martien (doc. NASA)

RETOUR D'ISLANDE : UN REPÉRAGE FRUCTUEUX

L'expédition de la Mars Society en Islande, visant à choisir le site du futur module Euro-MARS, s'est déroulée dans d'excellentes conditions. Avec le soutien d'ICELANDAIR, participaient à ce voyage : Bo Maxwell de la Mars Society Royaume-Uni, Artemis Westenberg de la Mars Society Pays-Bas, Frank Schubert de la Mars Society États-Unis, et moi-même de l'Association Planète Mars.

À l'issue de ce repérage, du 24 au 30 juin, un premier site a été choisi pour Euro-MARS : “Krafla-One”, au nord-est du lac Myvatn, dans le rift septentrional de l'Islande. Grâce à l'appui du guide Bertrand Jouanne, recommandé par le tour-opérateur COMPTOIR D'ISLANDE, et de Birkir Fanndal, directeur de la centrale géothermique de Krafla, nous avons pu accéder en tout-terrain aux coulées de lave récentes du Krafla (éruptions de 1975-1984).

Le site est caractéristique du volcanisme fissural, avec des événements alignés —en scories soudées par les fontaines de lave— et d'impressionnantes coulées en laves cordées (type *pahoehoe*), avec des sections en laves scoriacées (type *aa*). Ces coulées d'un noir brillant serpentent au pied de rides volcaniques plus anciennes, recouvertes d'un sol orangé. C'est sur l'épaule plat d'une telle ride que nous avons choisi le site précis d'Euro-MARS.



Krafla-One

En traçant le plan du module à même le sol, le constructeur de l'habitat, Frank Schubert, a opté pour un léger bombement, afin de profiter d'un drainage efficace du terrain. Le sol est granuleux (le sable plus fin est remanié par le vent), parsemé de blocs de lave décimétriques à métriques, dévalés de la crête en surplomb.

Côté est, le site est bordé par la crête, représentative d'une éruption sous-glaciaire, crête qui est d'ailleurs creusée sur son autre versant par un canyon offrant un beau terrain d'étude. À l'ouest, le site est bordé par le champ de lave flambant neuf de l'éruption de 1980, au delà duquel se dresse un magnifique événement éruptif. Canyon à l'est et volcan à l'ouest sont à 500 m de distance et sont idéalement placés pour des EVA pédestres. Au nord, l'horizon s'ouvre sur les coulées de lave s'étendant à perte de vue, avec une multitude d'autres événements éruptifs. Après la pluie, le champ de lave fume encore par endroits, les eaux d'infiltration rencontrant un sous-sol encore chaud. Remarquablement isolé, difficile d'accès, le site "Krafla-One" est dénué de végétation, hormis quelques mousses et lichens qui colonisent les fissures du champ de lave. Il offre une grande variété de surfaces pour tester rovers et instruments de forage et d'analyse : coulées de lave de différentes textures, blocs épars, plaines de cendres, pentes douces et abruptes.

Au moyen d'un "rover pressurisé" (un camping-car tout-terrain pour les excursions lointaines), les équipages d'Euro-MARS auront accès à des sites particulièrement représentatifs de la géologie martienne :

- les pseudo-cratères du lac Myvatn, "pustules" d'explosion dues à la progression de coulées de lave sur un sol riche en eau
- sources d'eau chaude et solfatares
- cratères d'explosion (rencontre d'une colonne de magma avec la nappe phréatique)
- rides de palagonite (couches de cendres sous-glaciaires)
- laves acides (dômes et coulées de dacite et de rhyolite)
- plaines d'inondation catastrophique et canyon creusé dans le basalte (vallée de Jökulsa à Fjöllum)

Ont collaboré à ce numéro : Gilles Dawidowicz, Charles Frankel, Dominique Guillaume, Richard Heidmann

Les pseudo-cratères du lac, bien que recouverts d'herbe, offrent un remarquable point de comparaison avec les paysages martiens —voir les images de Global Surveyor, sur le site¹—tout comme les plaines d'inondation du Jökulsa à Fjöllum, dues aux fontes catastrophiques des glaciers, qui ressemblent aux paysages martiens de Viking-1 et de Mars Pathfinder. C'est d'ailleurs en ce sens qu'Alfred McEwen et ses étudiants de l'Université de l'Arizona arpentaient le terrain (nous avons rendez-vous avec eux), afin de définir les paramètres hydrologiques de l'inondation pour modéliser leurs équivalents martiens. Fort aimablement, Alfred McEwen a offert de partager avec nous une image à haute résolution des plaines, prise par le satellite de télédétection Quickbird. Cette image couvre vraisemblablement notre site "Krafla-One" au nord-ouest.

L'accueil des Islandais fut particulièrement chaleureux et efficace : du ministre de l'éducation Tomas Olrich et du directeur de la centrale géothermique Birkir Fanndal aux habitants de la région, tous nous ont écoutés et conseillés avec attention. L'autorisation d'utiliser le site, qui appartient à un syndicat de neuf propriétaires, n'est pas acquise pour autant, et le comité Euro-MARS prépare à leur attention une demande officielle, ainsi qu'une courte description du programme qui sera présentée par le ministre au gouvernement islandais.



sur la lave

Nous avons rapporté d'Islande nombre d'impressions remarquables, des marmites de boue sulfureuse à la délicieuse truite du lac Myvatn, fumée au crottin de mouton. Quant au site lui-même, il nous a tout proprement envoûtés. Le premier jour, nous l'avons découvert sous une bruine marine (vent du nord), mais nous avons unanimement "flashé" sur ce paysage aussi martien que varié... dans le genre volcanique, évidemment ! En escaladant les coulées scoriacées au débouché d'un événement, nous avons d'ailleurs été surpris par une vague de brume. D'une minute à l'autre, on n'y voyait plus goutte ! Heureusement que nous n'étions qu'à 500 m de notre véhicule, mais la leçon est retenue pour les EVA de l'année prochaine !

Charles Frankel

¹ http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/10_22_99_gsa_cones/