



# PLANETE MARS



Numéro 19 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris [www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)

avril 04



## ÉDITO : H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>

Quel début d'année ! Tandis que Mars Express nous gratifie d'images superbes et de résultats scientifiques importants, les deux rovers MER démontrent leurs talents de géologues de terrain. A la clef, la preuve que de l'eau liquide a bien existé à la surface de la planète : Mars, au moins à une époque, était à même d'héberger la vie...

Mais, cette étape capitale à peine franchie, l'ESA annonçait la découverte par Mars Express de traces de méthane dans l'atmosphère martienne (*découverte d'ailleurs confirmée par des observations télescopiques*). Or, cela semble indiquer soit la persistance d'une activité volcanique, soit celle d'une activité biologique... Le radar de Mars Express, à la recherche de nappes phréatiques, va-t-il apporter une pièce supplémentaire ?

Nous vivons de grands moments. Le programme d'exploration robotique va s'accélérer. Et pour peu que l'exploration scientifique soit assignée comme véritable finalité à la NASA, il est vrai plus encline à la réalisation d'infrastructures ruineuses, le débarquement sur Mars va plus que jamais s'affirmer comme l'objectif majeur.

**Richard Heidmann, Président de « Planète Mars »**

### Dans ce numéro :

- Grand cru martien à Houston p.1
- Vers une nouvelle mode pour les scaphandres p.1
- Quinze jours dans une station de simulation... p.2
- La vie de l'association p.7
- Ne pas oublier de faire une pause p.8
- Utah, Meridiani Planum... p.9

*prochain numéro : juillet 2004*

*le cratère Bonneville (170 m de diamètre), situé à 320 m du point d'atterrissage de Spirit ; le bouclier thermique de la sonde est visible au loin, sur le bord du cratère (doc. NASA/JPL)*

## GRAND CRU MARTIEN A HOUSTON

La *Lunar and Planetary Science Conference*, qui se tient tous les ans à Houston au mois de mars, était placée cette année sous le signe de la planète rouge. C'était la première occasion pour les équipes de MER et de Mars Express de présenter les premiers résultats de leurs sondes ; c'était aussi l'occasion pour les planétologues de faire le point sur la géologie et la climatologie martiennes, ce dernier thème connaissant des avancées spectaculaires.

Les Français étaient particulièrement bien représentés, avec : Jean-Loup Bertaux et Yves Langevin pour Mars Express ; Nathalie Cabrol et Edmond Grin pour Spirit ; et Franck Montmessin et Pascal Lee pour les modèles climatiques et les ravissements observés sur Mars.

### Mars Express et les deux MER

Mars Express ne fut pas loin de voler la vedette aux deux sondes MER de par la qualité des résultats obtenus, et notamment

*(suite page 10)*

## VERS UNE NOUVELLE MODE POUR LES SCAPHANDRES

Pour sortir dans l'espace, les héros de bande dessinée enfilent des gants et un casque sur leur combinaison courante de héros, puis sortent sans plus de préparation compliquée. L'héroïne de J.-C. Christin et P. Mézières, Laureline, dispose même d'un scaphandre à talons hauts qui n'est peut-être pas très pratique pour fouler des sols planétaires. Sans atteindre les facilités offertes par les auteurs à leurs héros, on peut imaginer que l'exploration de Mars demandera des scaphandres plus faciles à revêtir et à mettre en œuvre, et aussi plus légers et plus maniables sans fatigue excessive.

*(suite page 5)*

## QUINZE JOURS DANS UNE STATION DE SIMULATION MARTIENNE

**“Volunteers Needed for Mars Desert and Flashline Stations Crews: Hard Work, No Pay, Eternal Glory”.** Ainsi commençait le texte de l'appel à volontaires pour la troisième saison de recherches dans les bases de simulation martienne de la Mars Society. J'ai décidé de tenter ma chance – et quelques semaines après avoir envoyé ma candidature, j'ai reçu un e-mail me disant que j'étais sélectionnée pour un séjour dans la base du désert de l'Utah (Mars Desert Research Station, ou MDRS) !



*la MDRS : de gauche à droite, l'observatoire, le hab et la serre*

Cette base se situe dans le sud-ouest de l'Utah, aux USA, dans une région bien connue pour ses grands parcs naturels (Arches, Capitol Reef, Lac Powell... et le Grand Canyon n'est pas très loin). La MDRS a été installée là du fait de la géologie particulièrement intéressante du terrain ainsi que pour sa ressemblance frappante avec les paysages martiens.

Le but des stations de recherche de la Mars Society est de simuler les conditions de vie et de travail des astronautes dans les futures bases habitées sur Mars. En ce qui concerne la MDRS, des équipages de 6 personnes se succèdent donc tous les 15 jours, entre les mois de décembre et mai. Bien sûr, lors d'une réelle mission sur Mars, les astronautes resteraient plus de deux semaines. Mais cette durée a été jugée appropriée pour que les candidats intéressés puissent se libérer de leurs contraintes familiales et professionnelles, et cela permet néanmoins de se construire une expérience sur la durée cumulée des équipages successifs.

J'ai été affectée à l'équipage 23, du 1<sup>er</sup> au 15 février 2004. J'ai rejoint les autres membres de mon équipage le 31 janvier à l'aéroport de Salt Lake City, où nous avons rempli un énorme pick-up avec nos bagages et des provisions pour 15 jours avant de nous diriger vers la base. Nous ne nous connaissions absolument pas (sauf par contacts par e-mails) avant de nous rencontrer ! Et nous venons d'horizons très différents. Il y a tout d'abord John, le commandant, qui habite dans les Iles Vierges américaines et qui travaille dans l'informatique. Akos, lui, vient de Hongrie où il fait une thèse en géologie. Tiia est suédoise, également thésarde mais en astrobiologie. Ce sont donc les deux spécialistes de notre groupe. Quant à Dusty, c'est un sacré personnage, il a 68 ans dont 24 ans passés au service de la NASA où il testait des scaphandres, en particulier à l'époque d'Apollo ! Il a toujours plein d'anecdotes à raconter... Enfin, nous avons dans l'équipe un journaliste anglais, Steve, du magazine Focus.



*l'équipage 23 : de droite à gauche, Akos, Tiia, John, Dusty, Steve et moi*

L'arrivée à la MDRS fut un moment mémorable. Après plusieurs heures de route à partir de Salt Lake City, nous avons atteint Hanksville, une petite ville poussiéreuse genre Bagdad Café, avec 3 stations d'essence et un motel. Puis nous nous sommes engagés sur une piste en terre qui serpente entre des rochers et met les amortisseurs du pick-up à rude épreuve... Mais vingt minutes plus tard, après un dernier tournant, voilà enfin la MDRS !

### Le tour du propriétaire

L'équipage 22 qui nous précédait n'avait qu'une soirée pour nous passer la main. Il repartait en effet « sur Terre » dès le lendemain. Nous avons donc eu droit à un tour du propriétaire express.

L'habitat lui-même (le hab) est cylindrique et il se compose de deux étages. C'est assez spacieux (environ 100 m<sup>2</sup> puisque le cylindre fait à peu près 8 m de diamètre). En tout cas, six personnes peuvent vivre à l'intérieur sans « se marcher dessus » ! Au rez-de-chaussée, on trouve les toilettes, la douche, l'établi avec tous les outils, des plans de travail pour les expériences scientifiques, la salle des scaphandres, et deux sas (la porte de devant et la porte de derrière). Le premier étage est l'étage d'habitation : c'est là que se trouvent les ordinateurs, la cuisine, et les chambres (plutôt des cellules de moine en fait : moins de 4 m<sup>2</sup> !).



*ambiance studieuse à l'étage*

La simulation impose que l'on ne sorte du hab qu'en scaphandre, lors de ce que l'on appelle une EVA (Extra-Vehicular Activity). Cependant, à l'extérieur du hab, on trouve la serre (« Greenhab ») qui contient le système de filtration des eaux usées. Il y a aussi un petit observatoire sur la colline adjacente



au hab, avec un télescope de 14 pouces (35 cm). Derrière cette colline ont été placés le groupe électrogène principal et le groupe électrogène de secours, ainsi que les réservoirs de propane qui les alimentent. Pour des raisons de sécurité, on ne doit pas aller ni dans la serre, ni dans l'observatoire, ni près des groupes électrogènes avec les scaphandres. On imagine donc qu'il existe des « tunnels » entre ces différents lieux (ce qui sera sans doute le cas dans une vraie base martienne).

Enfin, le tour du propriétaire s'est achevé par les moyens de transport à notre disposition. Il y a d'une part trois quads (ATV, pour All Terrain Vehicle) qui se conduisent un peu comme une moto à quatre roues. On peut donc les conduire en scaphandre. D'autre part, un vieux pick-up Ford fait office de « rover pressurisé » et peut permettre d'emmener les 6 membres d'équipage pour une EVA groupée et plus lointaine qu'avec les quads.

### Les sujets de recherche

Dimanche 1<sup>er</sup> février. Après le départ de l'équipage 22, nous avons pris nos marques dans le hab et nous nous sommes répartis les tâches. J'ai hérité de la tâche d'"Executive Officer", c'est-à-dire le second du commandant, qui s'occupe en particulier de faire le rapport journalier sur tous les systèmes "vitaux" (groupes électrogènes, réserves de propane, d'essence et d'eau).

Mis à part John (commandant) et Steve (journaliste), chaque membre d'équipage est venu avec des idées précises de sujets de recherche à mettre en pratique dans l'environnement très particulier de la simulation. Tiia a étudié les formations rocheuses qui révèlent la présence d'eau liquide ("gullies", ravins). Akos, de son côté, a été émerveillé de cette région qui est un véritable paradis pour géologues. Ses recherches ont visé à mettre en place des "indicateurs martiens", c'est-à-dire qu'il recensait les indices physiques qui permettent de faire des déductions sur le climat passé d'une région ou les événements géologiques qui ont pu s'y produire. Par exemple, sur Terre, on sait que la présence de fossiles de coquillages indique qu'un terrain a été recouvert par la mer à une époque ; il est donc important de mettre en place ce genre de repères sur Mars.



*le terrain de jeux d'Akos !*

Une autre expérience conduite par Akos a été de quantifier à quelle distance un astronaute en scaphandre (donc avec un casque qui réduit la visibilité) peut identifier des roches de différentes tailles, formes et couleurs. Pour cela, il a disposé des pierres devant des panneaux numérotés et a pris les autres membres d'équipage pour cobayes : nous devons nous approcher lentement et noter à chaque pas quelles pierres nous pouvions distinguer.

De mon côté, je me suis intéressée tout d'abord au management du temps de travail de l'équipage ("Crew Resource Management"). J'ai noté avec le plus de précision possible l'organisation des activités de chaque membre d'équipage afin d'étudier la répartition entre les activités "utiles pour l'exploration" (EVA, analyse d'échantillons), les activités de maintenance (sur les groupes électrogènes, les ATV) et la vie quotidienne (repas, toilette, sommeil).

Enfin, j'avais apporté le Véhicule de Reconnaissance de Parois (VRP version 3.0) d'Alain Souchier. Le VRP pèse moins de 5 kg et se démonte entièrement; j'ai donc pu le transporter dans ma valise, puis nous l'avons remonté une fois arrivés à la MDRS. Nous avons même trouvé un moyen de l'attacher sur les ATV dans un grand panier ! Nous avons tout d'abord effectué des tests de mise en œuvre et de mise au point. Le véhicule s'est très bien comporté sur des falaises de difficultés diverses (plus ou moins pentues, friables ou rocheuses...). Son principal problème est en fait d'être un peu trop léger, ce qui l'empêchait parfois de franchir les cailloux plus lourds que lui.



*installation du VRP sur un ATV*

Puis j'ai effectué plusieurs sorties avec Akos afin d'utiliser le VRP à des fins d'études géologiques, ce qui est son but premier. Akos était très intéressé par le principe du VRP, qui permet aux géologues d'étudier les parois verticales sans les escalader. Il a confirmé que les images de la falaise prises par la caméra vidéo embarquée sur le VRP sont tout à fait utiles pour l'étude des strates présentes sur la falaise.



*le VRP en pleine action*

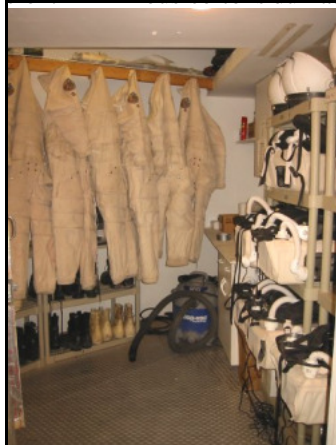
### Une EVA typique

Mais comment se passe une sortie en scaphandre ?

Il faut tout d'abord la préparer soigneusement. Pas question de partir se promener au hasard car il faut que les personnes restées au hab puissent nous retrouver en cas de problème ! Nous devons donc, avant de partir, préciser la destination et l'heure de retour estimée. Ensuite, il faut enfiler les scaphandres, ce qui prend environ ¼ d'heure quand on a l'habitude : une combinaison (au-dessus des vêtements normaux), de grosses bottes, des guêtres ; puis le sac à dos qui contient le système de ventilation. On termine par la mise en place de la radio (talkie-walkie) et par le casque préalablement enduit de liquide vaisselle pour éviter la buée.

Une fois ainsi accoutrés, nous pénétrons dans le sas, puis nous

attendons vingt minutes pour simuler un temps de décompression. Enfin nous sortons du hab.



*la salle des scaphandres*



*mise en place de la radio*

Nous pouvons alors soit prendre les ATV, soit nous rendre à notre destination à pied. Mais la marche en scaphandre n'est pas très confortable, surtout s'il faut en plus porter le VRP dans son panier. Le sac à dos n'est pas très lourd (environ 10 kg) mais le casque limite le champ de vision et on ne voit pas où l'on met les pieds à moins de regarder toujours par terre...



*randonnée au soleil couchant*

Au retour, nous devons patienter 5 minutes dans le sas pour la recompression, puis il faut enlever tout l'équipement et le ranger. Les EVA durent en général environ 3 heures !

### **La vie quotidienne**

Cependant, on ne passe pas tout son temps en EVA. Cela ne signifie pas que l'on s'ennuie quand on n'est pas de sortie ! Le commandant avait d'ailleurs apporté des haltères pour que les personnes qui ne faisaient pas d'EVA dans la journée puissent avoir un peu d'activité physique. Mais il y a toujours quelque chose à faire dans le hab. La maintenance, les relevés de température dans la serre... et nous avons eu un gros problème électrique en milieu de séjour, qui a grillé l'ordinateur principal et nous a obligés à passer sur le générateur de secours. Celui-ci n'étant pas très puissant, nous devons faire attention à ne pas utiliser trop d'appareils électriques en même temps (c'était chauffage OU cuisine OU eau chaude !)

De plus, les "spécialistes" des différents systèmes, qui ne sont pas sur place, nous demandent parfois d'effectuer certaines tâches pour eux. C'est ainsi que j'ai eu à installer des capteurs de température dans la serre, afin qu'à l'avenir les relevés quotidiens puissent se faire automatiquement depuis le hab.

Le soir, nous devons envoyer nos rapports à Mission Support, notre base arrière "sur Terre". Cela prend beaucoup (trop ?) de temps : deux rapports du commandant, le rapport journalistique de Steve, le rapport de géologie d'Akos, le mien sur les systèmes vitaux, et puis un rapport par EVA !!! Mais en général

(surtout lorsque tout allait bien et que nous n'avions pas de problèmes à rapporter), nous essayions de tout terminer avant le dîner afin de pouvoir ensuite nous détendre : utilisation de l'observatoire, projection d'un DVD...



*repas d'anniversaire pour Tiia*

Enfin, un tel séjour est avant tout une expérience humaine formidable. Il n'y a pas eu de problèmes au sein de l'équipage - même lorsque les deux américains ont voulu avoir l'avis des européens sur la guerre en Irak ! Nous nous sommes tous bien entendus et nous avons même mis à profit notre dernier jour ensemble pour faire une sortie "lointaine" en rover pressurisé... au parc naturel de Goblin Valley !



*Goblin Valley*

### **Couverture médiatique**

Notre séjour a eu une bonne couverture médiatique : tout d'abord grâce à Steve, qui a posté ses rapports de journaliste sur le site du magazine Focus (<http://www.focusmag.co.uk/mars.asp>), et qui va publier un reportage de plusieurs pages dans un prochain numéro imprimé du magazine ; mais aussi grâce à Luca, un journaliste de la RAI (télévision italienne) qui est venu passer une journée entière avec nous pour nous filmer en pleine action et nous interviewer. Pour plus de détails sur ma mission, n'hésitez pas à consulter le site de l'Association Planète Mars (<http://www.planete-mars.com>) où vous trouverez les récits journaliers que j'envoyais depuis la MDRS. De plus, les rapports et les photos officiels que nous faisons chaque jour pour la Mars Society sont disponibles sur le site <http://www.marssociety.org/MDRS/£03/>

ON TO MARS !

**Anne Pacros**  
([pacros@alum.mit.edu](mailto:pacros@alum.mit.edu))



(suite de l'article page 1 : les scaphandres)

La réduction de la masse des scaphandres est bien sûr un premier axe de progrès. Les scaphandres *Apollo* avaient une masse de 100 kg, donc un poids sur la Lune de 17 kg poids (ou 17 daN pour adopter une notation orthodoxe) et un poids de 38 daN sur Mars. Les scaphandres *Navette* sont encore plus lourds : avec 132 kg ils pèsent 50 daN sur Mars. En termes de poids total de l'astronaute sur Mars, le résultat n'est pas encore catastrophique : 70 kg d'astronaute sous la pesanteur réduite martienne (0,38 fois la pesanteur terrestre) ne représente plus que 27 daN. Avec son scaphandre, le hardi explorateur martien ne pèserait donc que 77 daN et ne serait ainsi pas loin de son poids terrestre. L'inconfort ne viendra donc pas directement du poids, mais de sa répartition et des postures que cette répartition implique. Les 50 kg du scaphandre étant majoritairement sur le dos, l'astronaute est conduit à prendre une position courbée qui, à la longue, devient inconfortable. Inversement, lorsque nous étions en simulation martienne dans l'Utah, portant les scaphandres de 15 kg de la Mars Society, notre poids atteignait les 85 daN, équivalent au port sur Mars d'un scaphandre d'une masse de 150 kg. La fatigue ne se faisait pas sentir très vite parce que la majorité de ce poids était localisée comme d'habitude dans notre propre corps.

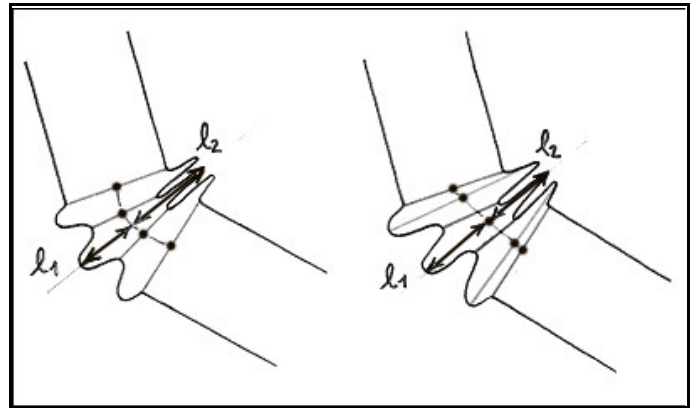


*A gauche, en simulation de sortie martienne dans l'Utah, le pseudo-astronaute équipé du scaphandre de la Mars Society pèse 90 daN mais la majorité du poids est dans le corps. A droite, Buzz Aldrin sur la Lune pèse 30 daN et la majorité du poids est dans son équipement dorsal, d'où sa position penchée. La position d'équilibre ne dépend pas de la pesanteur locale. (doc. A. Souhier et NASA)*

Un autre point aussi important, sinon plus, est la fatigue engendrée par les mouvements, la marche, la saisie d'objets. Les scaphandres étant aujourd'hui constitués d'une enveloppe gonflée, un mouvement doit vaincre la raideur de ces enveloppes mais surtout combattre des effets de pression. Plier un coude ou un genou, plier un doigt, entraîne une diminution du volume du scaphandre donc un travail à effectuer contre la pression interne. Au niveau des grandes articulations, des systèmes de soufflets et de lanières de reprise d'effort permettent de minimiser les efforts. Au niveau des doigts, cela n'est plus possible pour des raisons de dimension et les mouvements des mains restent fatigants.

Pour diminuer la fatigue, les concepteurs ont été conduits à baisser la pression interne des scaphandres à des valeurs de l'ordre de 0,2 à 0,4 bar. Sous 0,2 bar en oxygène pur, les pou-

mons disposent de la même pression partielle d'oxygène que dans la basse atmosphère (1 bar mais seulement 20% d'oxygène dans l'air). Avec un scaphandre à 0,4 bar, un gaz à 50% d'oxygène et 50% d'azote fournit aussi la pression partielle d'oxygène à laquelle nos poumons sont habitués. La réduction de pression totale a cependant un inconvénient : il faut, comme en plongée sous-marine, faire des paliers de décompression avant de sortir du vaisseau lorsque celui-ci est à 1 bar. Ces paliers sont en fait réalisés par respiration d'oxygène pur sous masque. On peut trouver des compromis, pression plus faible dans le vaisseau, pression plus forte dans le scaphandre qui permettent d'éviter ces « paliers ». Disons pour simplifier que le rapport entre la pression partielle d'azote dans le vaisseau et la pression totale dans le scaphandre doit être inférieur à 1,5 pour éliminer les paliers.



*A gauche l'articulation est mal compensée ; la lanière de reprise des efforts relie les anneaux de faible diamètre mais l1 est plus petit que l2 et la pression tend à remettre les deux tronçons cylindriques en ligne. A droite la lanière relie les anneaux de grand diamètre, l1 est égal à l2 et la pression ne s'oppose pas au mouvement.*

Pour en revenir à la maniabilité, les scaphandres navette (ou station ISS) sont gonflés à 0,3 bar et les astronautes doivent préparer leurs sorties plusieurs semaines à l'avance en musclant leurs mains par des exercices de compressions alternées de balles de tennis.

Pourtant dès 1967, J. Annis et P. Webb avaient commencé, pour le compte de la NASA, l'étude d'une solution révolutionnaire : la contre-pression mécanique. Deux prototypes de scaphandre ont même été réalisés en 1971. Quel est le principe retenu ? Tout part de la constatation que la peau est naturellement étanche. Le corps humain est en première approximation un sac fluide avec une pression au niveau des pieds de 0,10 à 0,13 bar. Comme dans un réservoir sous pression, la contrainte de traction dans la peau d'un membre soumis à une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur dépend de l'épaisseur et du rayon de courbure. Plus le rayon de courbure est petit et plus la contrainte de traction est faible. Un doigt doit mieux résister à une exposition au vide qu'une cuisse par exemple. De courageux expérimentateurs (on suppose qu'ils y sont allés progressivement !) ont ainsi exposé toute leur main dans une chambre à vide sans dommages graves sur des durées de 2 à 8 minutes (les sources mentionnent cependant des éclatements de vaisseaux capillaires).

Les contraintes de traction dans la peau deviennent négligeables si on réduit à 1 mm<sup>2</sup> la surface de peau exposée au vide. C'est sur une telle évidence qu'a été conçu le scaphandre à

contre-pression mécanique (SCPM) : enveloppons les mains et les membres, et même tout le corps sauf la tête, dans un tissu élastique à mailles de 1 mm<sup>2</sup>, contrant par son élasticité et son extension les efforts de pression interne au corps, et le tour est joué. La réalisation d'une telle enveloppe n'est pas simple : exercer une pression homogène sur un doigt ou un bras de forme approchant bien le cylindre est assez simple. Faire la même chose sur la section oblongue d'un membre (la paume de la main par exemple) ou sur des zones incurvées en creux est moins simple. Sur les prototypes de SCPM, les inventeurs de 1967 avaient testé des coussinets internes (sacs de petites billes) pour transmettre la pression de l'enveloppe. Les essais ont montré que ces coussinets n'étaient pas finalement utiles en de nombreux points (dont les paumes de main en particulier). L'idée des promoteurs de ce type de scaphandre est de limiter au casque la zone dans laquelle l'astronaute est sous bulle. Cela demande des dispositions particulières au niveau du thorax pour limiter la fatigue respiratoire, l'idée étant d'envelopper au moins partiellement celui-ci dans un sac d'air où est puisé le volume à inspirer. L'enveloppe extérieure n'a pas alors de mouvement d'extension et contraction, le système opérant à volume constant. On peut imaginer aussi que mettre seulement bras et jambes dans un dispositif à contre-pression mécanique et garder la tête et le tronc dans un scaphandre classique serait plus simple et tout aussi efficace.

Les promoteurs de ce nouveau type de scaphandre estiment à 44 kg la masse d'un scaphandre opérationnel, soit un poids de 16 daN sur Mars. Mais ils soulignent aussi la sécurité du SCPM : une déchirure locale n'aurait pratiquement pas d'effet (il faut bien sûr que le tissu ne se « détricote » pas) alors que sur un scaphandre classique la perte de pression est assurée. D'ailleurs c'est en étudiant la sécurité que les russes ont introduit sur leur scaphandre ORLAN-DMA, au début des années 90, un système ingénieux qui, en cas d'accroc sur le gant, transforme celui-ci en dispositif à contre-pression mécanique : un joint élastique roulant est placé au niveau du poignet ; si le gant se dépressurise, le joint se plaque et fait étanchéité évitant la dépressurisation de l'ensemble du scaphandre. La main va subir un certain gonflement mais prendre appui sur les parois du gant ce qui évitera des dégradations graves.

Qu'en est-il de la climatisation dans un SCPM ? Aujourd'hui, dans un scaphandre, un sous-vêtement « à tubes », dans lequel circule de l'eau, assure le refroidissement. A la limite, un tel système peut être conservé, mais les promoteurs du SCPM vont plus loin en proposant d'utiliser la transpiration naturelle pour cette fonction de refroidissement. Le SCPM comprendra vraisemblablement, au contact de la peau, une sous-couche de glissement, puis le tissu de contre-pression mécanique, puis une enveloppe extérieure protectrice (poussière, ultraviolets,...). Les couches externes et internes doivent être bien sûr non étanches (sinon retour à une configuration de scaphandre « baudruche » classique) et poreuses pour la transpiration. De tels tissus existent. L'évaporation de la peau sera augmentée dans une exposition au vide, milieu très sec s'il en est. A la suite d'essais hypobares, P.Webb avait évalué à 50 ml/(h.m<sup>2</sup>) le taux d'évaporation maximal. La peau pourra-t-elle supporter longtemps cette ambiance sèche ? L'astronaute ne devra-t-il pas utiliser des crèmes pour se protéger comme les terriens dans les régions à faible teneur en vapeur d'eau ? Pour la régulation, ce sera comme sur Terre : plus on a chaud et plus on transpire. A ce propos, bien que l'atmosphère et le sol martien

soient froids, l'astronaute, soumis au rayonnement solaire, effectuant des exercices et très peu refroidi par une atmosphère à très faible densité, aura plus souvent chaud que froid sur Mars.

Il reste encore des obstacles sur la route du SCPM : l'adaptation du scaphandre aux mensurations de l'individu, la difficulté à enfiler quelque chose qui par définition oppose une résistance et la pénibilité du port du scaphandre dans l'habitat avant de sortir. Pour les deux derniers points, ceux qui ont revêtu des combinaisons de plongée auront une idée des difficultés et sensations auxquelles on peut s'attendre !

Aujourd'hui les travaux sur le SCPM semblent peu nombreux. Une petite équipe de l'université de Sydney en Australie, animée par J. Waldie, a expérimenté des gants. De nombreux éléments de cet article sont issus d'une présentation au congrès d'astronautique 2003 à Brême, effectuée par Laura Parker, de l'université de Cranfield en Grande-Bretagne. Mais aucun programme d'ampleur ne semble exister, ni pour la mise au point du SCPM, ni même pour le développement d'une nouvelle génération de scaphandres classiques, malgré un volant d'activités de recherche et technologie. Pourtant, pour le SCPM, les résultats acquis en terme de fatigue sont impressionnants : là où un terrien consomme en exercice physique une énergie de 1, pour le même exercice, un astronaute en scaphandre *Apollo* consomme 2,26 et un astronaute en prototype de SCPM 1971 consomme 1,64. En terme d'agilité manuelle, lorsqu'un gant *Apollo* autorise 50 % de ce que fait la main nue, le gant SCPM affiche 85 %.

**Alain Souchier**

#### Références :

- « Russian Spacesuits »-Isaak P.Abramov, A.Ingemar Skoog-Springer/Praxis.
- « The Origins and Technology of the Advanced Extravehicular Space Suit »-Gary Harris-American Astronautical Society.
- « Design of an EVA Suit Suitable for Use on the Martian Surface » - Laura Parker – Cranfield University.



*Essai d'un scaphandre prototype de Hamilton Sundstrand dans le cratère Haughton, à Devon Island. La partie « bulle pressurisée » d'un scaphandre à contre-pression mécanique pourrait être limitée, comme ici la partie rigide, à la tête et au torse. (doc. TMS)*

## LA VIE DE L'ASSOCIATION

### ASSOCIATION PLANÈTE MARS

Un trimestre marqué par une intense activité de communication, ce qui était la moindre des choses compte tenu de l'actualité ! Après la manifestation « Spirit en direct » à Toulouse, l'opération a été répétée au Parc aux Etoiles de Triel-sur-Seine (78) pour Odyssey, avec le même succès, y compris médiatique (couverture de France Info et de France 2). Une multitude de conférences durant cette période : dans de Grandes Ecoles d'ingénieurs (X, SupAéro, ESIEA) ; à Saverny (scolaires, puis tout public) ; pour l'AAAF Haute Normandie à Rouen, etc... Participation (R. Heidmann) à une table ronde « Faut-il aller sur Mars ? » à Mons (Belgique), où Jean-Pierre Haigneré nous avait fait l'honneur de sa présence, ainsi que Jean-Pierre Swings, responsable du programme Aurora. Plusieurs d'entre nous sont par ailleurs intervenus dans les médias à plusieurs reprises.

L'événement majeur fut incontestablement la journée du 27 mars à la Cité des sciences et de l'industrie, pour laquelle l'APM était partenaire. Ce partenariat s'est traduit par notre contribution à un mailing de 6000 dépliantes présentant la manifestation et l'association (*nos remerciements à notre sponsor, la société EUROPLIS*), et par la participation aux conférences et tables rondes de Gilles Dawidowicz, Olivier de Goursac et Richard Heidmann. Plus de 500 personnes se sont pressées à la Villette. Une belle réussite.



*le public de la Villette fasciné par Mars en relief !*



*O. de Goursac « martianisé »  
(doc.R. Heidmann)*



*G. Dawidowicz, animateur de la  
table ronde « MER »*

En ce qui concerne les groupes de travail, on peut noter :

-VRP : le nouveau VRP 3 a été expérimenté à 12 reprises par Anne Pacros dans l'Utah, dans le cadre des activités de l'équipage 23 de la station MDRS de la Mars Society. Puis, du 14 au 27 mars, Edwin Loosveldt, enseignant de l'Euro Space Foundation à l'Eurospace Center de Belgique, en a poursuivi l'expérimentation au sein de l'équipage MDRS 26 (photos

sur les sites : [www.eurospacecenter.be/spacenews](http://www.eurospacecenter.be/spacenews) et [www.marssociety.org](http://www.marssociety.org)).

-**Attraits-Enjeux** : édition d'un rapport de synthèse des premières réflexions, qui sera prochainement posté sur le site. Olivier Boissière reprend le flambeau laissé par Sylvain Raimbault, amené à s'expatrier.

Le 20 mars s'est tenue notre **Assemblée Générale Ordinaire**, salle de l'Espace, au CNES (que nous remercions pour son hospitalité). Le Conseil d'Administration a été renouvelé. Lionel Cousin et Christian Lardier, tous deux membres fondateurs, ont souhaité « passer le flambeau » (tout en continuant à nous soutenir activement). Nous les remercions pour leur contribution essentielle lors de ces cinq années de lancement. David Dornbusch a également souhaité se dégager, pour des raisons de disponibilité.



Les nouveaux entrants dans le Conseil sont : **Pierre Brisson** (actuel commissaire aux comptes), **Olivier de Goursac** et **Anne Pacros**.

A l'issue de l'AGO, Anne Pacros nous a présenté un diaporama sur sa récente mission en Utah. Puis Olivier de Goursac et Gilles Dawidowicz ont donné une conférence sur les résultats des rovers MER (ouverte au public).

*A. Pacros lors de sa présentation (doc. Christian Camilletti)*

### MARS SOCIETY

L'initiative spatiale du président Bush mobilise les énergies des membres américains de la Mars Society dans le cadre d'un plan d'action politique structuré et vigoureux. Ces actions sont menées non seulement par le Président Robert Zubrin mais aussi, et c'est important Outre-Atlantique, au travers de contacts locaux entre membres de l'association et représentants du Congrès. L'excellente opportunité des auditions de la commission « Aldridge » est également mise à profit pour témoigner, à différents niveaux et selon différents points de vue, de nos motivations. A noter qu'en marge de ce dossier capital, Robert Zubrin s'est porté en première ligne du combat en faveur du maintien de la mission de maintenance du télescope spatial Hubble. Son argument : si nous ne sommes pas prêts à assumer une mission aussi significative au plan scientifique, comment pourrions-nous prétendre assumer les risques bien plus grands d'un retour sur la Lune et du débarquement sur Mars ?

Cette conjoncture déterminante, combinée à l'actualité des missions robotiques et à l'importance des récentes découvertes, promet de faire du prochain congrès de la Mars Society, du 19 au 22 août prochain, à Chicago, un événement particulièrement riche et mémorable.

**Richard Heidmann**



## NE PAS OUBLIER DE FAIRE UNE PAUSE

Dans un environnement hostile comme peut l'être celui de Mars, les futurs explorateurs devront porter un soin attentif à entretenir leur vaisseau, au même titre que les équipages qui se sont succédés à bord de *Skylab*, des *Salyut*, de *Mir* et de l'ISS. Ces tâches s'ajouteront au travail scientifique à proximité immédiate de l'habitat martien et aux missions d'exploration à plusieurs centaines de kilomètres de distance, à bord d'un rover pressurisé. Mais nos explorateurs, aussi occupés soient-ils, devront se ménager des temps de pause. A l'inverse des sondes, ils ne peuvent travailler indéfiniment. Leur rythme de travail devra donc être aménagé en conséquence.

Le passé l'a prouvé, notamment au cours de la première mission *Skylab*. L'énervement des astronautes est vite monté du fait de l'inexistence d'un temps réservé aux loisirs et d'un emploi du temps qui les empêchait de souffler. On ne peut en effet pas reprocher à un homme de vouloir faire un break dans son travail. *"Notre programme était planifié minute par minute, raconte Gerald Carr... Il n'y avait pratiquement aucune place pour nos activités personnelles... Le résultat, c'est que notre rendement a baissé et cela nous a inquiétés de voir que nous étions moins efficaces. Il ne faut pas croire que l'on peut se lever dès 6 heures et se mettre immédiatement au boulot après avoir avalé son petit déjeuner à toute vitesse..."* Au bout de vingt jours de vol, les trois hommes du laboratoire spatial se sont donc accordés le dimanche comme journée de repos et du temps libre le restant de la semaine. Vous ajoutez à cela le confinement dans un espace réduit, il est indispensable qu'une équipe de six ou huit personnes en route pour Mars puisse décompresser. Alors que faire pour se changer les idées quand on se trouve à plusieurs dizaines de millions de kilomètres de son foyer ?



*G. Carr s'offre un moment de détente à bord de Skylab (doc. NASA)*

Les options sont illimitées : faire du sport, lire, visionner un film ou les messages personnels en provenance de la Terre, etc. Toutefois, la pratique d'une activité créatrice peut aussi être un excellent moyen de se vider l'esprit d'une journée de travail. Ecrire, jouer d'un instrument de musique, prendre des photos ou peindre des paysages martiens seront probablement des choix faits par les astronautes des futurs équipages. Ne nous y trompons pas, que nous soyons agent de change, pilote de

course, publicitaire ou journaliste, nous éprouvons tous le besoin de faire quelque chose d'autre, parfois en faisant travailler notre imagination, une fois notre journée de travail achevée. Dans l'espace, c'est la même chose, d'autant plus qu'il y a des précédents...

En 1987, alors qu'il séjournait à bord de *Mir*, Youri Romanenko demanda à son coéquipier Alexandre Alexandrov, qui avait apporté une guitare à bord de la station, de lui apprendre quelques accords. Au bout de quelques jours, Romanenko maîtrisait correctement l'instrument et s'est même amusé à composer une quinzaine de chansons. L'année suivante, Jean-Loup Chrétien emporta un petit synthétiseur à bord de *Mir* lors de sa mission Aragatz de 1988 et joua un peu de musique lors d'une émission de TF1. Pour l'anecdote, il retrouva son instrument neuf ans plus tard lors de la mission Shuttle-Mir de septembre 1997 (STS-86).

Autre exemple célèbre, celui d'Alan Bean. L'ancien pilote du LM d'*Apollo 12* a peint des dizaines de toiles de son périple lunaire, depuis plus de trente-trois ans. Il y a toutefois une nuance car Bean a exécuté ses tableaux sur la Terre. On l'imagine mal, engoncé dans son scaphandre, en train d'installer son chevalet au beau milieu de l'Océan des Tempêtes...



*Youri Romanenko : guitare spatialisée (doc. NASA)*

Tous ces exemples, même s'ils sont symboliques (et il y en a vraisemblablement d'autres) revêtent un caractère particulier car ils forment peut-être les premières bases d'une "culture" spatiale. On peut donc raisonnablement envisager que des faits similaires se produiront lors de l'envoi d'un vol habité vers Mars. Et si les missions s'enchaînent, il serait intéressant de voir les témoignages "personnels" que chaque astronaute rapportera de son voyage.

J'aimerais également ajouter un dernier point. Au début de l'assemblage de l'ISS, Albert Ducrocq évoquait dans l'une de ses tribunes d'*Air & Cosmos* la possibilité qu'une langue - mélange d'anglais et de russe - puisse émerger du fait de la mixité des équipages mais aussi du commandement alterné de la station. Alors peut-être que si nous réussissons à coloniser Mars, assisterons-nous à la naissance d'une culture martienne. Car toute société, outre des bases économiques, politiques et sociologiques, n'a-t-elle pas également besoin de concevoir sa propre culture pour perdurer et se forger son identité ?

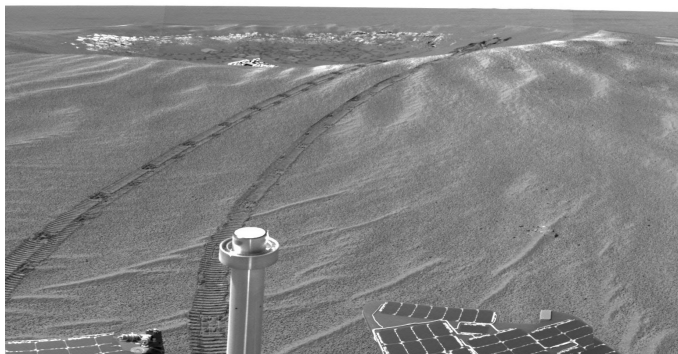
**Antoine Meunier**

### Sources :

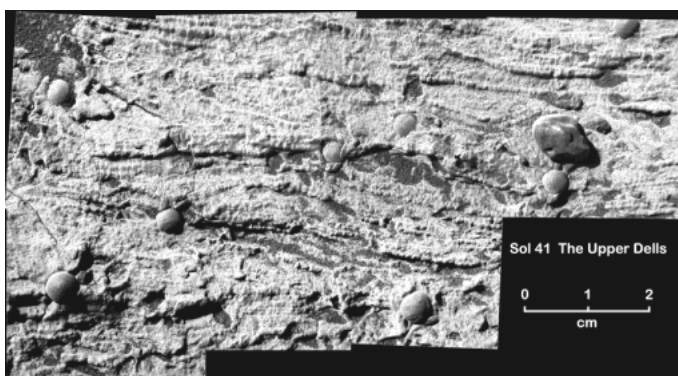
*Les grandes heures des conquérants de l'espace*, par Pierre Kohler (éditions Perrin, 1989) ; *Mission Mir*, par Jean-Loup Chrétien (éditions Michel Lafon, 1998).



## UTAH, MERIDIANI PLANUM : L'EAU A COULÉ DANS LES DÉSERTS



23 mars 2004 : Opportunity vient de sortir du cratère Eagle, dans Meridiani Planum, où il avait atterri le 25 janvier. On discerne la plateforme de départ et la couche de rocs dont l'analyse a montré la présence d'eau au moment de leur formation (il y a 3,8 milliards d'années ?). Dans tous les rocs de cette strate, disloquée par l'impact de la météorite qui a créé le cratère, des signes de la présence passée de l'eau sont mis en évidence sous forme de bromures, chlorures, sulfates et hématite (en petites billes de quelques millimètres) ou de cavités en forme d'aiguille (pseudomorphoses), traces de cristaux disparus, autrefois formés en milieu aqueux. (doc. NASA /JPL)



Cette vue, assemblage de photos du roc Upper Dells, prises le 5/3/04 par Opportunity, s'étendant sur une largeur d'environ 10 cm, montre de fines strates tronquées, avec des ruptures d'alignement et d'angles qui sont la marque d'écoulements liquides qui ont transporté et déposé des alluvions. Les strates sont ondulées, indiquant que l'écoulement a généré des rides. La vitesse est ainsi évaluée entre 10 et 50 cm/s et la profondeur à au moins 5 cm. Le sens de la troncature de la couche du haut par la couche médiane indique que le roc est peut-être à l'envers par rapport au moment de sa création. (doc. NASA /JPL/Cornell/USGS)

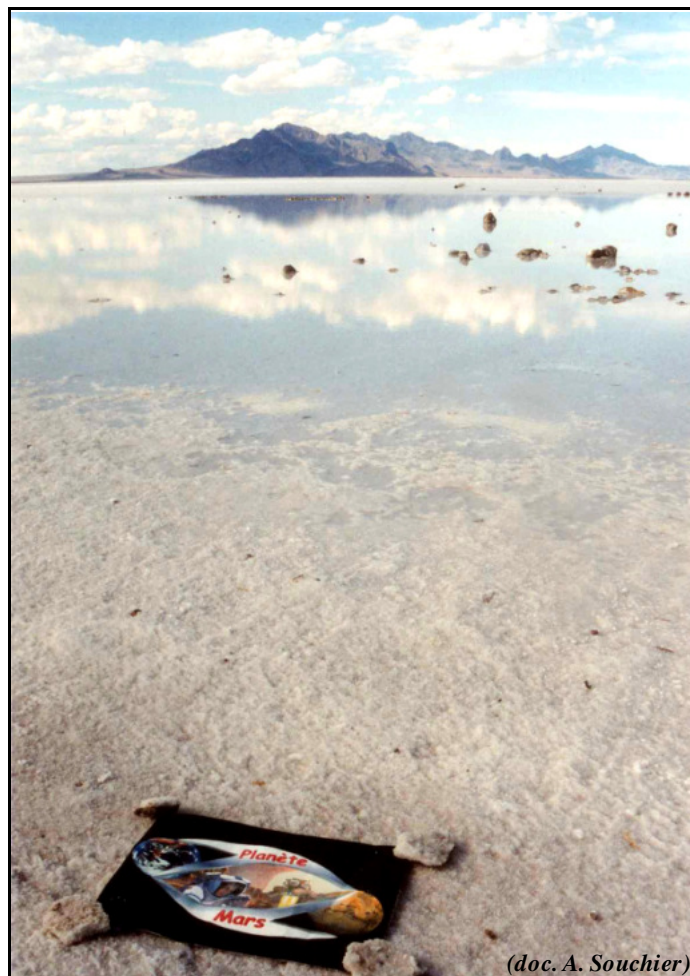
17 novembre 2002 : lors d'une sortie d'exploration à Lithe Canyon, à environ 6 km de l'habitat martien simulé MDRS de la Mars Society, dans l'Utah, Charles Frankel montre des traces d'écoulements passés dans la roche des parois du canyon. On distingue différents régimes d'écoulement : lorsque le débit est fort, le sable entraîné est à gros grain ; quand le régime d'écoulement est tranquille, le dépôt est très fin (clair). Puis, un jour, le lit de la rivière change, découpant en biais les anciennes strates et de nouveaux dépôts s'installent. Tout cela s'est

passé il y a 150 millions d'années, 3,6 milliards d'années après la formation des rocs étudiés par Opportunity. (doc. A. Souchier)



Les résultats des analyses conduites par Opportunity incitent les spécialistes à considérer que le rover se trouve en bordure d'une ancienne étendue d'eau très salée. La région de Meridiani Planum ressemblait-elle alors au bord des Salt Flats, près du Grand Lac Salé dans l'Utah, comme le montre cette photo ?

**Alain Souchier**



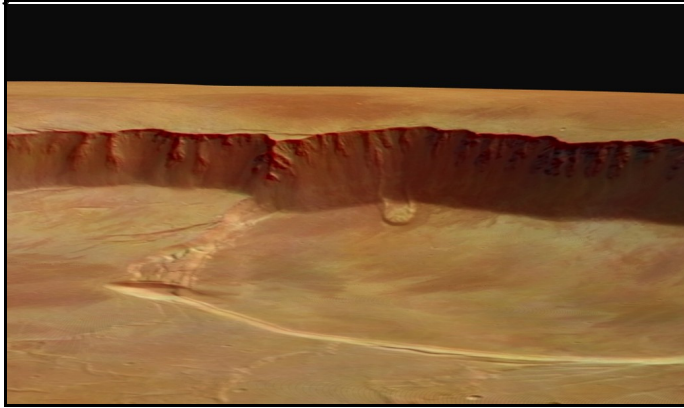
(doc. A. Souchier)

**Ont collaboré à ce numéro :** Charles Frankel, Richard Heidmann, Antoine Meunier, Anne Pacros, Alain Souchier.



(suite de l'article page 1 : Houston)

les images en couleurs et en relief (10 m de résolution) de la caméra HRSC, présentées par Gerhard Neukum (Université de Berlin). Grand spécialiste des datations, celui-ci avait déjà décompté les cratères d'impact dans les calderas des principaux volcans et confirmait le très jeune âge d'Olympus Mons, mais aussi d'Hecates Tholus sur le plateau d'Elysium, les deux cratères affichant moins de 200 millions d'années. On sait que certaines coulées de lave au pied des massifs sont bien plus jeunes encore !



la caldera d'Olympus Mons (doc. ESA/DIR/FU Berlin G. Neukum)

Jean-Loup Bertaux présentait pour sa part les résultats du spectromètre SPICAM et la mise en évidence d'ondes de gravité dans l'atmosphère martienne, confirmant par là même le modèle théorique du Français François Forget. Ces ondes devront être prises en considération dans les manœuvres d'aérocapture que suivront les futures sondes pour se placer en orbite martienne. D'autre part, SPICAM a confirmé la faible teneur en ozone (300 fois moins que dans l'atmosphère terrestre) qui se répercute sur la quantité d'ultraviolet qui arrive au sol. Pour ce qui est du spectromètre OMEGA, Yves Langevin a confirmé la détection de glace d'eau au pôle sud, qui transparait dans les « trous de gruyère » perçant les couches superficielles de givre carbonique.

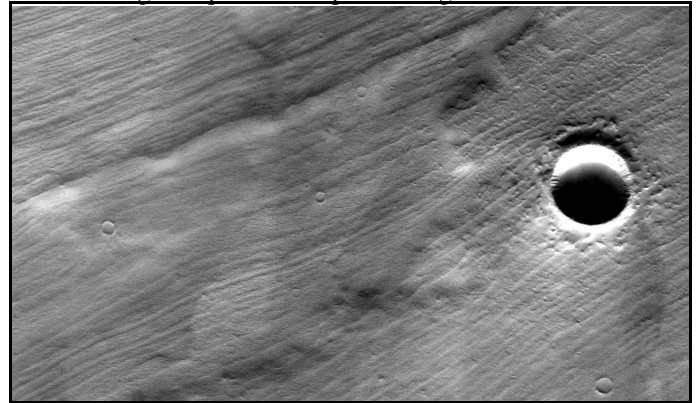
Les résultats des sondes Spirit et Opportunity, on le sait, dépassent tous les espoirs, avec notamment le « jackpot » d'Opportunity qui a terminé son atterrissage dans un petit cratère où il a découvert les strates sédimentaires tant recherchées, preuves qu'un lac saumâtre a auparavant baigné le site. Dans le cratère Gusev, Spirit ne trouve pour l'instant que des laves, mais Nathalie Cabrol ne perd pas espoir qu'il trouvera lui aussi des strates sédimentaires du côté des Columbia Hills distantes d'un peu plus de deux kilomètres. Entre-temps, les laves font la joie des volcanologues : le microscope fait même apparaître les cristaux d'olivine ! Probable

#### Changements climatiques

Mais outre l'actualité, le rendez-vous annuel de Houston permet de creuser des thèmes particuliers. Cette année, il s'agissait des modèles et des preuves de changements climatiques sur Mars. Jim Head et les chercheurs de la Brown University ont montré l'existence de glaciers - passés et peut-être même actuels, cachés sous une couverture rocheuse - sur les flancs ouest des trois grands volcans de Tharsis et notamment d'Arsia Mons, qui se trouve pourtant à l'équateur ! On connaît d'autre part le mystère des ravines qui témoignent d'un écoulement d'eau dans un passé très récent. Pascal Lee a fait le point sur son modèle de formation des ravines, calqué sur ses observations à Devon Island dans l'Arctique Canadien. Cette année, le Français a mis en évidence la concentration de formes de vie

dans ces ravines alimentées par la fonte annuelle des neiges : les algues rouges (*Rhodophyta*) y sont des milliers de fois plus abondantes qu'ailleurs - leçon à retenir dans la recherche d'une vie sur Mars.

Les ravines martiennes résultent sans doute, comme les glaciers de Tharsis, d'une précipitation neigeuse récente. Or cette hypothèse est confirmée par de nouveaux modèles climatiques où les Français se sont illustrés, notamment Franck Montmessin, Jacques Laskar et François Forget, qui collaborent avec les Américains Dave Marchant et Robert Haberle. Les modèles de perturbations astronomiques développés par Laskar montrent que l'obliquité de la planète rouge (l'inclinaison de son axe de rotation) est extrêmement chaotique. De 25° actuellement (comparable à celle de la Terre), elle aurait dépassé 40° il y a cinq millions d'années, soumettant les pôles à une insolation bien plus importante qui aurait sublimé de vastes quantités de glace et injecté de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Or les modèles par ordinateur prévoient que des précipitations neigeuses se dérouleraient alors près de l'équateur sur les volcans de Tharsis, là où est observée justement la trace de glaciers ! Mars apparaît donc comme un monde beaucoup plus surprenant et changeant qu'on ne le pensait naguère...



moraines (?) sur le flanc d'Arsia Mons (doc. ASU THEMIS Sc.Team)

#### Le plan Bush

L'actualité à Houston cette année, c'était aussi le plan Bush d'exploration intensive, robotique et humaine, de la Lune et de Mars. S'ajoutant aux programmes de sondes martiennes en cours, des missions robotiques « Trailblazer », à partir de 2011, vont préparer les missions de retour d'échantillons (à l'horizon 2014) et aussi les missions pilotées. Elles testeront le retour de capsules en mode hypersonique (retour de Mars à haute vitesse dans l'atmosphère terrestre), les rendez-vous en orbite martienne et l'estimation des rayonnements nocifs et autres problèmes de sécurité auxquels seront confrontés les futurs équipages.

Une commission présidentielle, sous la direction de Pete Aldridge, a d'autre part pour mission de recueillir les avis des scientifiques, des professionnels de l'espace et des organisations intéressées, sur le projet d'exploration Lune / Mars. Elle remettra son rapport à George Bush à la fin de l'été. Présents à Houston, les membres de la Commission ont affirmé leur volonté de soutenir, entre autres, le vol piloté vers Mars, et de mettre de tels programmes à l'abri des fluctuations politiques en faisant de la présence américaine dans l'espace un devoir national et inaltérable. Les travaux de la Commission sont consultables sur le Web à l'adresse [www.moontomars.org](http://www.moontomars.org)

Charles Frankel