



PLANÈTE MARS



Numéro 17 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com Octobre 03

ÉDITO

Cet été a comblé nos attentes. Le rapprochement historique de l'opposition tout d'abord : un spectacle dont tout un chacun aura pu s'émerveiller. Pas besoin, en effet, d'avoir eu accès à un instrument pour avoir pu admirer l'éclat envoûtant de la planète dans les nuits de ce bel été. Et puis cette remarquable salve de lancements réussis à la perfection : trois occasions de retenir son souffle, puis de se réjouir de savoir qu'un découvreur de plus voguait désormais vers la planète rouge. Bien sûr, rien n'est joué ! Bon vent à nos fragiles émissaires et que le jour de Noël, pour Beagle 2, le premier à parvenir à destination, on puisse s'écrier : « Merry X Mars ! » (*Joyeux Noël martien*).



(doc. Beagle 2 & F. Block)

Ces événements ont provoqué une remarquable couverture médiatique. L'exaltation de la découverte de « cet autre monde », comme l'ont appelé F. Costard, F. Forget et P. Lognonné dans leur excellent ouvrage paru cet été¹, a pu être communiquée au public, tandis que les perspectives du débarquement humain étaient largement exposées, le plus souvent de façon très positive. Nous avons tout particulièrement noté avec satisfaction l'écho éclairé qu'ont trouvé nos arguments dans la presse la plus influente.

Reste à espérer que ces signaux contribueront à éveiller les consciences politiques, au moment où les agences spatiales se trouvent, chacune pour des raisons différentes, à la croisée des chemins en ce qui concerne l'avenir de l'exploration spatiale.

Richard Heidmann, Président de « Planète Mars »

Dans ce numéro :

- Edito p. 1
- L'image du trimestre p. 1
- Microgravité / absence de gravité (2^{ème} partie) p. 3
- Vos questions p. 5
- La vie de l'association p. 5
- Salve spatiale p. 6

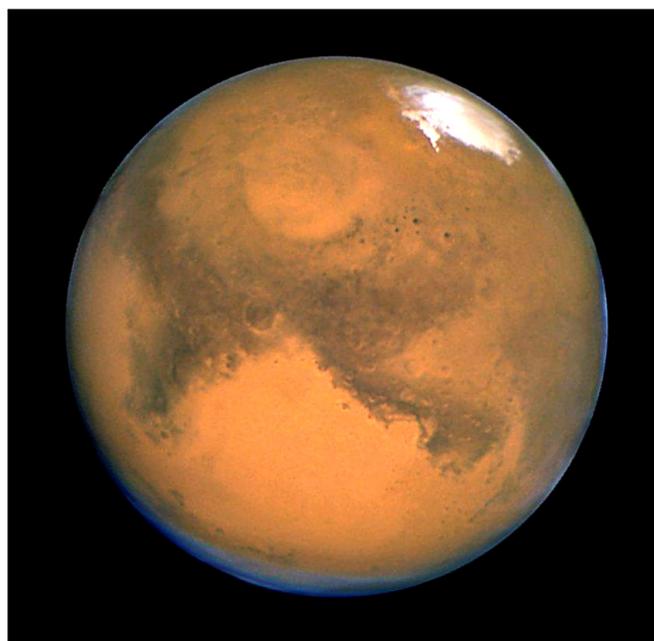
prochain numéro : janvier 2004

L'IMAGE DU TRIMESTRE :

Mars au plus près

L'été 2003 fut un été martien à plus d'un titre et nous avons tous pu observer, à l'œil nu ou à l'instrument, la présence de notre voisine orangée dans le ciel estival. Chose exceptionnelle, la Terre et Mars se sont retrouvées à moins de 56 millions de kilomètres l'une de l'autre, événement qui ne s'était pas produit depuis près de 60 000 ans !

Il existe en France une communauté d'excellents observateurs amateurs, inspirés et motivés par des pionniers comme Giovanni Schiaparelli, Percival Lowell, Camille Flammarion, Eugène Antoniadi, Audouin Dollfus...



Cliché de la planète Mars obtenu par le Télescope Spatial Hubble à 55 760 220 km de distance, le 26 août 2003.

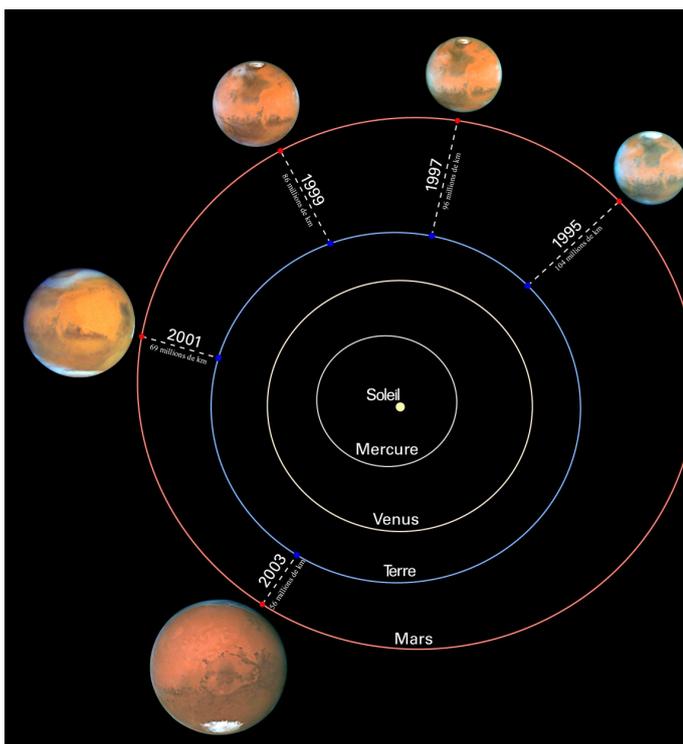
Cette image a été acquise à quelques heures du rapprochement maximal de la Terre et de Mars. Avec une résolution de 12 km par pixel, elle permet de découvrir la surface de Mars. On comprend alors qu'il s'agit d'une autre terre du ciel. Le Sud est en haut.

(doc. NASA, J. Bell (Cornell U.) and M. Wolff (SSI))

Sur les traces de ces astronomes mythiques, les astronomes amateurs d'aujourd'hui quittent nos villes très illuminées la nuit à la recherche de lieux non pollués par la lumière. Ils disposent, dans certains cas, d'instruments comparables à ceux de ces hommes d'une autre époque, qui cherchaient à l'oculaire de leurs instruments et durant des années entières, opposition après opposition, à découvrir si Mars possédait des canaux à sa surface et si elle était habitée par une civilisation extra-terrestre. Bref, la fameuse « Pluralité des Mondes habités » hanta depuis le XVII^{ème} siècle les scientifiques

du monde entier, jusqu'aux premières sondes spatiales qui vinrent clore, du moins pour Mars, un débat renforcé dans les années 50 par des vagues d'observations d'OVNIS...

Tandis que tout ce qui compte de miroirs et d'objectifs sur Terre pointait depuis quelques mois la planète orangée, le télescope spatial Hubble, en orbite depuis 1990 autour de la Terre, concurrençait de manière déloyale les amateurs cloués sur Terre. Profitant des conditions optimales de ce rapprochement exceptionnel des deux planètes, le télescope spatial Hubble a acquis deux images incroyablement belles de Mars. Les plus précises jamais obtenues depuis la Terre.



l'illustration montre les positions des planètes Terre et Mars au cours des cinq dernières oppositions. Plus la distance entre les deux planètes est faible, plus le diamètre apparent du globe martien vu depuis la Terre augmente et plus le Télescope Spatial Hubble peut se saisir de détails de surface.

(doc. NASA et Z. Levay (STScI)/Gilles Dawidowicz)

En ce début de XXI^{ème} siècle, les astronomes professionnels n'observent plus guère la planète Mars au télescope que pour leur plaisir, du fait notamment des nombreux robots que l'on dépêche sur place et qui peuvent réaliser in situ des analyses physiques, chimiques et biologiques de la planète. Si la recherche de la vie y reste prépondérante, on ne compte plus y

trouver de civilisation avancée ! Tout au plus des bactéries ou des lichens, peut-être même réduits à l'état de fossiles.

Tandis que les professionnels n'observent plus, la communauté des amateurs demeure fidèle à Mars, planète qui reste, avec la Lune et Saturne, toujours aussi populaire. Et, dans des circonstances aussi exceptionnelles que cette opposition d'août 2003, avec un bon matériel sur un site aux nuits bien noires, avec des réglages fins, beaucoup de talent et d'adresse, par un ciel calme, clair et sans turbulence... et bien entendu avec un peu de chance, les astronomes amateurs, équipés de webcam ou autres caméras numériques du commerce, obtiennent des clichés saisissants ! Des clichés, qui aujourd'hui ne comptent plus que pour la gloire alors qu'il y a 50 ans seulement, ils auraient compté pour la Science et l'auraient fait progresser à grands pas. C'est dire le bond de géant qui a été réalisé ces dernières décennies dans les domaines de l'optique et de l'informatique.

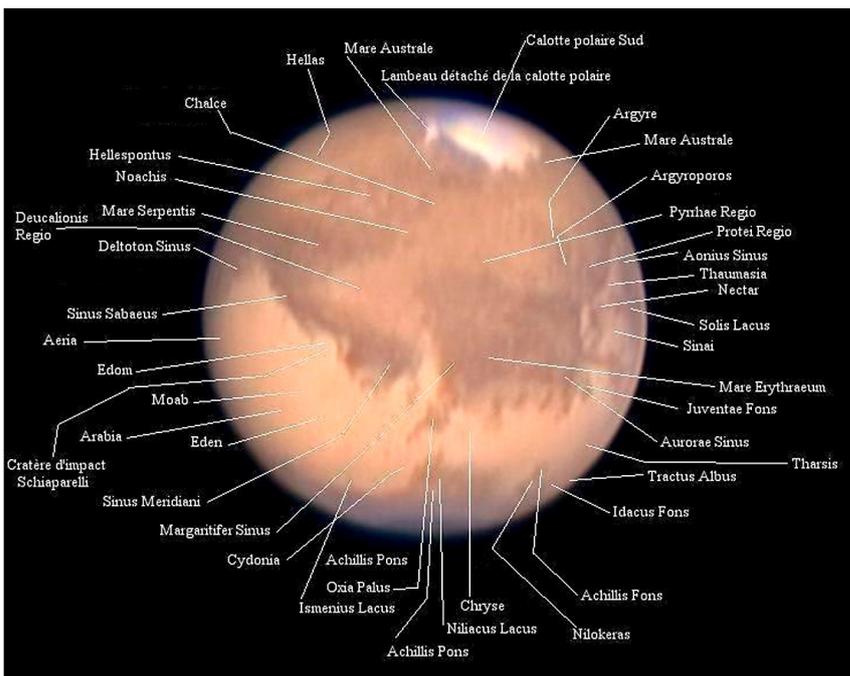


la planète Mars dans un télescope d'amateur de 600 mm de diamètre (à F/D=30). Dans la nuit du 24 août 2003 à 00h13 TU, telle qu'elle apparut dans le ciel de Normandie, à l'Observatoire de Ludiver.

(doc. Bruno Daversin/Olivier Labrevoir/Frédéric Mallmann)

Le 27 août 2003 à 11h51, Mars a effectivement « frôlé » notre planète à la distance de 55 758 006 kilomètres. De mémoire d'homme, jamais les deux planètes n'avaient été aussi proches l'une de l'autre. Cette occasion unique dans l'histoire, que Hubble ne pouvait pas manquer, ne se reproduira plus avant 2287 !

Observez bien les différences de précision et de résolution entre le cliché du Hubble et celui de Bruno Daversin et son équipe, obtenu au Cap de la Hague.



le même cliché avec la nomenclature détaillée de la zone photographiée (doc. Bruno Daversin/Olivier Labrevoir/Frédéric Mallmann)

J'ai ajouté pour vous les nomenclatures de quelques formations bien connues des observateurs.

On retrouve bien sur le cliché amateur la calotte polaire Sud, Sinus Sabaeus, Sinus Meridiani et Mare Erythraeum notamment. Ce télescope de 600 mm, utilisé en Normandie, nous détaille le cratère d'impact Schiaparelli, celui d'Argyre et le Nord de Chryse Planitia. Avec beaucoup d'attention, on soupçonne même Ares Vallis, la plus célèbre rivière du Système Solaire depuis que Sojourner y a fait quelques tours de roues en juillet 1997...

Gilles Dawidowicz

Retrouvez chaque semaine cette chronique et ses archives sur le site Internet de l'Association www.planete-mars.com

MICROGRAVITE / ABSENCE DE GRAVITE (partie 2/2)

Un rapport du groupe de travail sur les aspects médicaux et sanitaires des vols habités

3.3. Contre-mesures

3.3.1. Lower Body Negative Pressure (LBNP)

Pour simuler en vol le "blood-shift" de retour sur terre, un appareil a été créé visant à appliquer une pression négative sur la moitié basse du corps, un peu comme un gros pantalon ventouse aspirant le sang vers le bas. Les spationautes sont soumis à des expositions répétées à cet appareil dans les jours précédant le retour sur terre, avec des intensités et des durées croissantes, avec contrôle constant des paramètres cardiovasculaires. Le protocole américain comprend 20 minutes tous les quatre jours, puis tous les deux jours pendant 50 minutes, ceci dans les trente à dix jours précédant le retour.



séance de LBNP (doc. NASA)

Des publications laissent penser qu'une adaptation à l'hypovolémie (*volémie* : *volume sanguin*) répétée est possible, par un entraînement utilisant la technique du LBNP. Lors de la séance, la fréquence cardiaque augmente de manière significative, et élève notablement le seuil d'apparition des symptômes annonciateurs de syncopes [10, 11, 12].

Une version « ambulatoire » russe existe : le « chibis », qui est une sorte d'hémiscaphandre inférieur réalisant une dépression permanente dans la partie inférieure du corps.

3.3.2. Hydratation avant la fin du vol

Deux heures avant la descente, les spationautes boivent un litre d'eau et prennent huit grammes de sel. Dans l'intervalle de la descente, alors que la gravité reprend ses droits, l'eau

et le sel intègrent le compartiment vasculaire et augmentent donc la volémie précisément lorsque celle-ci risque d'être prise en défaut [13, 14].

3.3.3. Médication

Les russes ont essayé quelques médications telles que l'éphédrine, le vérapamil, la spironolactone, la méxilétine, la papavérine, le carbocromène. Aucune application pratique ne semble cependant avoir été retenue [15].

D'autres substances ont été testées lors d'expériences de bed-rest, au sol : amphétamine, caféine, propranolol, atropine, inhibiteur des canaux calciques.

La fludrocortisone a chez certains sujets un effet préventif sur l'hypotension orthostatique lors de la verticalisation après un bed-rest prolongé [16]. Cette molécule augmente le volume plasmatique et la sensibilité des vaisseaux à la noradrénaline (tonus orthosympathique augmenté en réponse à l'hypotension) [17].

3.3.4. Lutte contre les autres effets de la microgravité

La durée de récupération au sol est directement en rapport avec l'intensité des exercices effectués au cours du vol et non avec la durée du vol. Le respect des protocoles d'exercices physiques réduit considérablement la durée de récupération cardiovasculaire [18].

Les exercices physiques sont d'ordre dynamique : rameur, vélo, tapis roulant ou statique avec des vêtements visant à obliger constamment à un effort postural sur les muscles extenseurs : vêtement russe « pingouin » muni de sandows .



bicyclette ergonomique (doc. NASA)

Divers protocoles sont proposés ; il seront revus dans le chapitre consacré au système ostéomusculaire.

3.3.5. Gravité artificielle

L'ensemble des problèmes de la microgravité pourrait être résolu dans l'hypothèse de la création artificielle d'un champ de force équivalent à la gravité par la rotation d'un couple habitat et contrepoids reliés par un câble :

$$a = \omega^2 R$$

a : accélération centripète

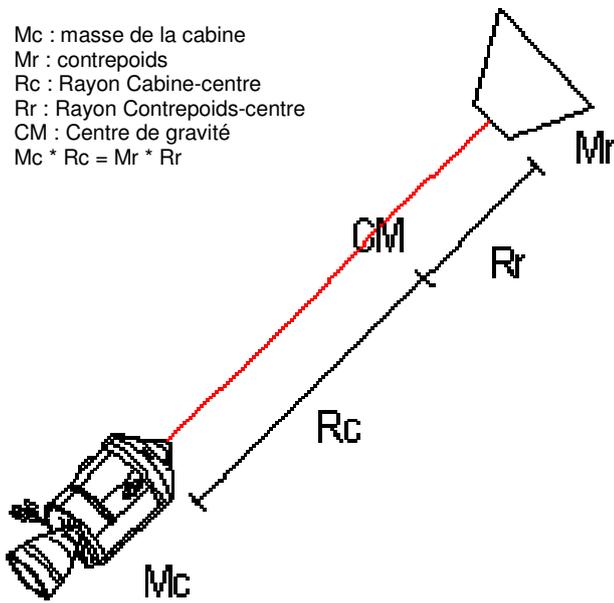
ω : vitesse de rotation

R : rayon

Avec une vitesse de 6 tours par minute, la longueur du câble

jusqu'au centre de gravité serait de 25 mètres pour reproduire la gravité terrestre. Cependant, les forces de Coriolis générées par ce mouvement provoquent des nausées chez tous les sujets à la vitesse de 6 tours par minute. Peu de malaises sont observés à 2 tours par minute, mais cette vitesse nécessite un câble de 223 mètres de la cabine au centre de gravité du système !

Mc : masse de la cabine
Mr : contrepoids
Rc : Rayon Cabine-centre
Rr : Rayon Contrepoids-centre
CM : Centre de gravité
 $Mc * Rc = Mr * Rr$



montage théorique d'un système rotatif avec câble intermédiaire et contrepoids

3.4. Gravité martienne

Schématiquement, la gravité martienne est environ le tiers de celle de la Terre. Même sans gravité artificielle, un vol de 6 à 9 mois verrait, à l'arrivée sur Mars, ses conséquences minimisées par cette force moins grande. L'hypotension orthostatique serait moins importante.

Aucune donnée n'est actuellement disponible pour décrire les effets d'une gravité martienne sur l'organisme.

3.4.1. Les souris et les hommes (expérience de gravité artificielle)

La Mars Society a proposé une première mission visant à expérimenter l'effet de la pesanteur 0,38 g sur des souris. Les animaux seront libres de se reproduire en vol et les effets de la gravité réduite sur la descendance pourront être observés [19]. Une expérience préalable a été réalisée le 30 août 2001 : des souris ont été soumises à un régime rotatoire de 25 tours par minute. Après quelques perturbations initiales, les animaux se sont comportés exactement comme si aucune rotation n'était appliquée. Ce résultat préliminaire permet simplement de dire que des souris peuvent supporter d'être dans un tel environnement, et que l'essai en microgravité est donc envisageable. La transposition à l'homme est une extrapolation pour le moins prématurée.

3.4.2. L'expérience lunaire

Les missions Apollo ont permis à l'homme de vivre un court moment à 0,16 g. Dès la première sortie sur la Lune, Armstrong s'est rapidement adapté à la pesanteur faible et a adopté un mode de déplacement rappelant un peu les sauts d'un kangourou. La brièveté des missions ne permet pas d'observer d'éventuelles anomalies liées à la pesanteur réduite sur le système cardiovasculaire. Les différents équipages n'ont pas signalés d'hypotension lors de la station debout.

4. CONCLUSION

Les effets sur le système vasculaire sont non négligeables. Le facteur induisant les dégradations biologiques est la microgravité conduisant à des modifications physiologiques et métaboliques notables. Des contre-mesures efficaces existent. La reproduction d'un champ gravitationnel par un système rotatif pourrait être une alternative intéressante. Ce système pourrait en outre être utilisé pour étudier en orbite proche les effets de 0,38 g sur l'homme, et anticiper le comportement cardiovasculaire dans un environnement martien.

Christophe Kueny

- [1] <http://www.users.imagnet.fr/~joebarbe/gravitation.html>
<http://elbereth.obspm.fr/~charnoz/grav5.html>
- [2] Toback AC. Space Dermatology. *Cutis* 1991;48:283-287
- [3] Johnson PC. Fluid Volume Changes Induced by Spaceflight. *Acta Astronautica*, 6, 1335 – 1341, 1979
- [4] Buckley J, Gaffney F, Lane L, Levine B, Watenpugh D, Blomqvist C. Central venous pressure in space. *New England Journal of Medicine* 1993;328(25):1853- 1854
- [5] Gharib C, Hughson RL. Fluid and electrolyte regulation in space. *Adv. Space Biol Med.* 2 (113-130), 1992
- [6] Colin J. Coeur et environnement aérospatial. *Encycl. Méd. Chir. Paris*, 11.055 A10 3, 1986, p.4-6
- [7] Cintron, NM., Leach, CS., Krauhs, JM., Charles, JB. ANP and other fluid regulating Hormones during Spaceflight. In *Progress in Atrial Peptide research* (BN Brenner and JH Laragh, eds), pp431-434, Raven Press, New York, 1989
- [8] Nicogossian A.E., Parker J.E. Space physiology and medicine (N.A.S.A. SP-447), Government printing office, Edit., Washington, DC, 1982
- [9] Convertino V, Hoffler G. Cardiovascular physiology: Effects of microgravity. *J. Florida M.A.* 1992;79:517-524
- [10] Güell A., Braak L., Pavy-Le Traon A., Gharib C. Cardiovascular adaptation during simulated microgravity : Lower Body Negative Pressure to counter orthostatic hypotension. *Aviat. Space Environ.* 1991; 62: 331-335
- [11] Fortney S.M. Development of lower body negative pressure as a countermeasure for orthostatic intolerance. *J Clin Pharmacol* 1991 ; 31 : 888-892
- [12] Lightfoot, JT, S Febles, and SM Fortney. Adaptation to repeated presyncopal lower body negative pressure exposures. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 60: 17-22, 1989
- [13] Bungo M.V., Charles J.B., Johnson P.C. Cardiovascular deconditionning during spaceflight and the use of saline as a countermeasure to orthostatic intolerance. *Aviat. Space Environ. Med.* 1985 ; 56 :985-990
- [14] Frey M.A.V., Riddle J., Charles J.B., Bungo M.V. Blood and urine responses to ingesting fluids of various salt and glucose concentrations. *J Clin Pharmacol.* 1991; 31: 880-887
- [15] Gazonko O.G., Genin A.M., & Yegorov A.D. Major medical results of the Saliut 6/Soyuz 185 days spaceflight. – *Proceeding of the XXXII Congress of the International Astronautical Federation*, Rome, Italy 6-12 Sept. 1981
- [16] Verkinos J., Dallman M.F., Van Loon G., Klein L.C. Drug effects on orthostatic intolerance induced by bed rest. *J Clin Pharmacol* 1991 ; 31 : 974-984

[17] Pavy-Le Traon A., Vasseur P., Maillet A., Güell A., Bes A., Gharib C. Hypotension orthostatique après vol spatial. Press Med 1994 ; 23 : 1031-1036

[18] Michel E.L., Rummel J.A., Sawin C.F., Buderer M.C., Lem J.D. Result of Skylab medical experiment M 171 – Metabolic activity in : Johnston R.F. and Dietlein L.F. (Eds) Biomedical Result of Skylab (N.A.S.A. SP-377) Government printing office, Edit., Washington, DC, 1977

[19] <http://www.marsgravity.org/index.php>
http://www.aa.washington.edu/research/student_projects/transife/



au Congrès d'Astronautique de Brême, une équipe hollandaise a proposé cette expérimentation de la gravité artificielle au voisinage de l'ISS (doc. Delta-Utec SRC, Leiden, Netherlands)

VOS QUESTIONS

Q : *Quelles sont les différences essentielles entre le scénario Mars Direct, proposé par le président de la Mars Society, et la Mission de Référence NASA ?*

R : Au lieu d'un retour direct depuis le sol de Mars jusqu'à la Terre, la NASA a prévu un vaisseau de retour prépositionné en orbite martienne, avec lequel le module de remontée doit effectuer un rendez-vous. L'idée est de ne pas contraindre à l'atterrissage en cas de problème (on peut attendre en orbite le moment favorable pour un retour de mission avortée). Par contre, on ajoute un module supplémentaire et une manœuvre de rendez-vous. Gagne-t-on vraiment en sécurité ?... Autre point important : la mission est plus largement dimensionnée, l'équipage passant de 4 à 6 membres. D'autres paramètres ont été modifiés au cours des versions étudiées de 93 à 99 : propulsion nucléaire au lieu de cryogénique, fabrication in situ du propergol de retour limitée à l'oxygène, colocalisation des missions successives, etc. Mais les autres choix fondamentaux, en particulier celui d'une mission « longue », avec une phase planétaire d'un an et demi, ont été conservés.

Q : *Comment distingue-t-on la nature des glaces des calottes polaires (eau ou CO₂) ?*

R : Initialement, c'est la mesure des températures qui a permis de dire que la banquise calotte résiduelle Nord était constituée d'eau et celle du Sud de CO₂, les températures de sublimation (passage de l'état solide à l'état de vapeur) de ces deux corps étant très différentes. Ceci était corroboré au Nord par une forte teneur en vapeur d'eau au-dessus du pôle.

Récemment, on a été amené à admettre que la calotte australe elle-même était en glace d'eau et que seule une couche superficielle de quelques mètres était de la glace carbonique.

Q : *La Mars Society ne travaille-t-elle pas trop en marge des agences spatiales ?*

R : Aux Etats-Unis, l'administrateur actuel de la NASA refuse de donner un objectif à long terme à la conquête spatiale, ce à quoi la Mars Society s'oppose avec vigueur, considérant qu'on ne peut ainsi ni orienter efficacement les efforts, ni motiver le public. Ceci crée des tensions, mais c'est une situation qui n'est pas perçue négativement Outre-Atlantique. En Europe, l'ESA, dans le cadre du programme Aurora, a désigné d'emblée le but à long terme : Mars. Les sections européennes entretiennent de ce fait des relations très constructives avec l'agence. En tout état de cause, même si la Mars Society est convaincue que l'initiative privée peut contribuer à l'avènement du programme Homme sur Mars, elle considère que l'engagement des agences en est la condition sine qua non.

LA VIE DE L'ASSOCIATION

ASSOCIATION PLANÈTE MARS

Comme prévu, la période particulièrement favorable a vu le déploiement d'un effort accru de communication, tant au niveau des médias que sur le terrain. Quatre de nos membres sont intervenus dans différentes émissions TV : Gilles Dawidowicz, Charles Frankel, Olivier de Goursac et Alain Souchier. Nous avons été référencés dans plusieurs magazines et quotidiens ; un article nous était en particulier consacré dans un numéro « martien » de Libération paru à l'occasion de l'opposition. Nous avons été présents au Parc aux Étoiles (Triel-sur-Seine), à Armanvilliers (Uranoscope) et, dans le cadre de la fête de la science (13 au 19 octobre) à Épinal, Charleville-Mézières, Ludiver, Rochechouart, Rouen et Étampes. Dans ces trois derniers lieux, nous tenions un stand avec différents objets et panneaux (dont certains fournis par l'ESA, sur Mars Express). Rappelons que notre présence, avec le VRP, se poursuit à la Cité des Sciences et de l'Industrie jusqu'au 16 novembre.

Nous avons enrichi notre matériel de communication : dépliants « spécial jeunes » et grands panneaux didactiques (0,90 m x 1,20 m), réalisés par des élèves de BTS de Lisieux, grâce au soutien précieux de Jean-Paul Sibbille. Le site s'est également enrichi, avec la réactivation du groupe de discussion et la possibilité offerte aux internautes de s'inscrire à une liste d'information sur les mises à jour.

Comme annoncé dans notre précédent bulletin, le groupe « attrait-enjeux » a été mis en place et a tenu sa réunion de lancement mi-septembre, sous la houlette de Sylvain Raimbault.

Au congrès de l'association européenne de l'hydrogène, début septembre à Grenoble, l'association a présenté, en collaboration avec Snecma Moteurs, une communication sur le rôle de l'hydrogène dans la synthèse d'ergols in situ sur Mars et sur les moteurs utilisant ces ergols (R. Heidmann et A. Souchier) ; cette communication a été relevée par le Commissaire européen chargé de la recherche, Philippe Busquin. Votre président a eu l'opportunité de faire une intervention lors d'un atelier de l'ESA sur le futur de

l'exploration spatiale : « *Le futur de l'exploration spatiale dépend-il principalement de motivations scientifiques ?* ».

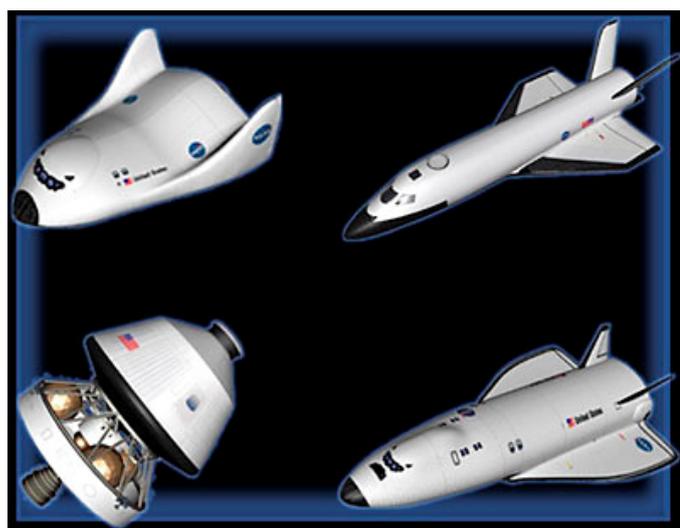
Le Conseil d'Administration s'est réuni le 4 octobre. Pierre Brisson, nouvellement chargé du sponsoring, y a été invité pour nous faire part de ses actions. Le compte rendu est consultable sur la page des membres du site.

MARS SOCIETY

Le congrès annuel, qui se tenait dans l'Oregon (à Eugene) a vu se réunir plus de 300 participants. Le coût du voyage pour cette destination excentrée a indéniablement fait reculer un certain nombre de « martiens », en particulier parmi nous. Il a donc été suggéré de choisir l'an prochain une ville plus accessible, ce qui a été fait : Chicago accueillera le congrès en 2004. Il était pour nous plus facile de nous rendre à Brême pour le congrès européen, qui s'est tenu fin septembre, juste avant le Congrès International d'Astronautique, avec, entre autres, le soutien de l'ESA.

A cette occasion, C. Frankel, membre français de l'équipe de management d'Euro-MARS, a présenté la situation du projet. Il nous a représentés à une réunion des sections européennes impliquées, à laquelle s'est joint Robert Zubrin, président de la Mars Society. Les discussions avec le syndicat des propriétaires du terrain en Islande ont progressé favorablement et pourraient aboutir à la signature d'un accord avant la fin de l'année. Le projet d'exposition dans une capitale européenne a reçu le soutien officiel d'un des deux sponsors intéressés ; les efforts se poursuivent vis-à-vis du second. Pour les propriétaires du terrain en Islande, la meilleure période pour transporter le module sur place est le début du printemps, pour des raisons de conservation des sols (pas d'ornières sur le terrain gelé).

A noter que la Mars Society a lancé, à peu près au moment où nous-mêmes mettions en place le groupe de travail « attrait et enjeux », un appel à idées sur l'argumentation et sur la façon de développer notre stratégie de communication. Compte tenu de l'importance qu'il y a de faire écho aux points de vue de ce côté de l'Atlantique, nous participerons au comité chargé de discuter les propositions.



les différents concepts imaginés pour le transport futur des astronautes (doc. NASA)

Saisissant l'opportunité créée par la remise en cause de l'orientation du programme spatial américain, suite à l'accident de Columbia, Robert Zubrin a fait entendre sa voix par le biais de différents média. Pour lui, si la navette doit être

remplacée à terme par un système plus sûr, autant choisir une capsule (type Soyuz), beaucoup moins chère qu'un avion spatial (type Hermès). Et consacrer la quinzaine de milliards de dollars économisés à développer, à partir des éléments propulsifs de la navette, le lanceur lourd indispensable à l'exploration de l'espace. On éviterait ainsi de « mettre à la poubelle » les investissements du Shuttle, comme cela a été le cas pour la fusée lunaire Saturn 5 ! Cela suppose naturellement de poser en toile de fond le débarquement sur Mars (et sur la Lune). Cette proposition a été reprise sous forme de question posée à la NASA par un membre du congrès. Malheureusement l'administrateur O'Keefe persiste à refuser de donner un objectif à long terme. Ce en quoi il commet une erreur stratégique que beaucoup de spécialistes des politiques spatiales commencent à souligner. Comment motiver le public et la jeunesse sans une vision pour le futur ?

Notons qu'au Congrès d'Astronautique notre collègue Maryse Sari, professeur à l'ENSICA, présentait une communication sur son expérience d'enseignement au travers du thème Mars. Vladimir Pletser présentait quant à lui les effets psychologiques de la culture en serre qu'il a étudiés à la station de simulation MDRS (de telles observations ont également été conduites dans la station MIR).

Richard Heidmann

SALVE SPATIALE

Mars et la Terre se rapprochent le plus lors des grandes oppositions qui se produisent toutes les 15 ou 17 années.

Profitant des conditions de trajet optimales offertes par l'opposition exceptionnelle de cette année, trois sondes automatiques ont été lancées vers Mars en juin et juillet. Chacune sera pourvue d'un atterrisseur. Elles rejoindront en décembre-janvier les deux sondes américaines actuellement en orbite autour de Mars : Mars Global Surveyor et Mars Odyssey. Et seront rejointes par la sonde Japonaise Nozomi, qui a été lancée le 4 juillet 1998.

Depuis les débuts de la conquête spatiale, avec ces trois sondes de 2003, 38 sondes ont été lancées par les USA, l'URSS ou Russie, et le Japon. Pour les russes, ce furent 20 missions et toutes furent des échecs. Les 14 missions américaines se traduisirent par 9 succès au total.

On ne peut partir tous les jours vers Mars. Il faut choisir les périodes les plus favorables selon les positions respectives de la Terre et de Mars, lors du départ et de l'arrivée dans le voisinage de la Planète rouge, afin d'optimiser la mission et la masse de la charge utile de la sonde. Cela définit les fenêtres de tir selon les orbites envisagées en fonction des contraintes de la mécanique céleste et du vol spatial. Pour Mars, une période favorable revient tous les 26 mois. Le lancement doit intervenir environ 96 jours avant l'opposition. Lorsqu'une fenêtre n'est pas utilisée ou est perdue du fait d'un échec il faut attendre la fenêtre suivante pour une nouvelle mission ; encore faut-il que celle-ci ait été programmée plusieurs années auparavant, compte tenu des durées de définition, de développement, et de construction de nouvelles sondes.

Ainsi nous avons connu les épisodes suivants :

-la course vers les grands succès américains en 16 années (1960-75) : 17 échecs soviétiques, et 6 succès US sur 8 tentatives, dont les missions Viking lancées en 1975 ;

-la traversée du désert de 20 années (1976-1995) : l'URSS jeta le gant en 88 pour 8 années et la Russie releva le défi en 1996, sans succès ;

-la reprise pour les USA, avec 6 tirs : 3 échecs fracassants et 3 succès fantastiques à partir de 1996 jusqu'en 2001 ;

-le renouveau, en 2003 : la nouvelle génération de sondes donne à l'exobiologie ses lettres de noblesse.



Mars Express en orbite martienne (doc. ESA)

Les opérations de 2003/2004

La sonde européenne Mars Express a été lancée le 2 juin par une fusée russe Soyuz-Fregat depuis Baïkonour. C'est la première fois que l'Europe vise la Planète rouge. Il s'agit d'une mission qui reprend les instruments scientifiques qui avaient été développés et perdus lors de l'échec de la sonde russe Mars-96, peu après son lancement, le 16 novembre 1996 :

-l'analyseur d'atomes ASPERA étudiera l'interaction entre l'atmosphère martienne et les vents solaires ; il devrait permettre de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de la disparition de la vapeur d'eau et d'autres gaz sur Mars ;

-le MaRS utilise les ondes radio pour étudier à la fois la surface et l'atmosphère de Mars. Il fournira des mesures des variations locales de la gravité sur la surface, ainsi que des mesures de pression et de température atmosphérique ;

-la caméra stéréoscopique HRSC prendra des photos de la surface martienne ; ses images permettront d'établir des cartes géologiques montrant la répartition des minéraux et des roches sur Mars ;

-le radar-altimeètre MARSIS va cartographier la distribution d'eau et de glace dans les plus hautes couches de la croûte martienne (avec une pénétration de l'ordre du km) ;

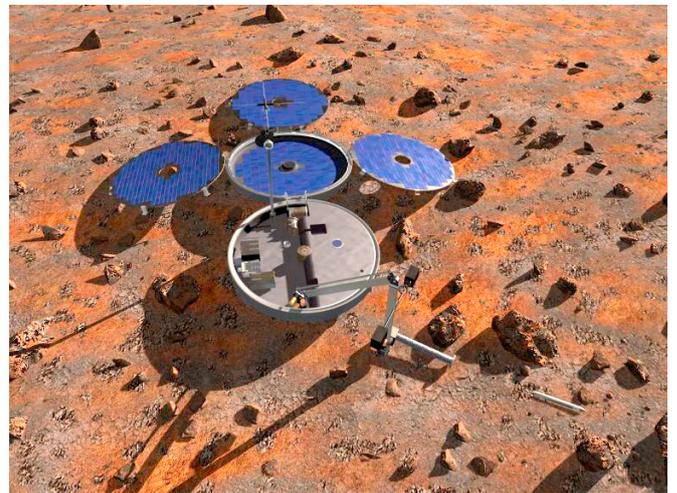
-le spectromètre de cartographie OMEGA analysera la minéralogie de la surface de Mars ; cet appareil, fonctionnant dans le visible et le proche infrarouge, pourra détecter les différents matériaux qui composent la surface ;

-le spectromètre PFS mesurera la distribution globale

de la vapeur et des autres composants mineurs de l'atmosphère (vapeur d'eau et d'ozone) avec une plus grande précision que ses prédécesseurs ;

-le spectromètre atmosphérique UV et IR, SPICAM, étudiera la composition de l'atmosphère martienne dans de plus petits volumes que le PFS ; il établira, entre autres, des profils verticaux de la concentration en dioxyde de carbone, en aérosols, en ozone et en corps oxydants.

La grande nouveauté réside dans le petit atterrisseur britannique **Beagle 2**, de 70 kg, nommé en mémoire du scientifique-explorateur Darwin et de son navire qui l'emmena vers les Iles Galapagos, ce qui lui permit de comprendre les mécanismes de l'évolution de la vie sur Terre. L'atterrisseur devrait se poser sur le site Isidis Planitia dans l'hémisphère nord martien. A l'instar du précédent de Mars Pathfinder, il utilisera des airbags pour l'atterrissage, mais le parachute de freinage est plus grand pour limiter les contraintes sur ceux-ci lors du contact avec le sol. Un accéléromètre trois axes étudiera les conditions de l'atterrissage. La durée de vie nominale à la surface est de six mois.



Beagle 2 déployé sur le sol de Mars (doc. Consortium Beagle 2)

Beagle 2 comporte :

-deux caméras panoramiques stéréoscopiques et à grand angle, qui permettront de caractériser l'environnement de la sonde et de suivre les opérations de prises d'échantillons ;

-une caméra microscope permettant d'observer des fragments de roche avec un fort grossissement ; ces fragments, recueillis par le bras robotique, seront ensuite analysés pour rechercher des traces de matière organique, de l'eau et des minéraux résultants d'un dépôt aqueux ;

-l'instrument principal, l'analyseur de gaz couplé à un spectromètre de masse, qui permettra d'analyser les échantillons recueillis et chauffés sous un flux d'oxygène ;

-le spectromètre Mössbauer, qui fournira des informations sur la présence de fer, l'oxydation et la minéralogie des échantillons ;

-le détecteur de rayons X, qui fournira la composition d'échantillons bombardés par une source témoin ; une datation sera effectuée grâce au potassium ;

-sept autres senseurs d'environnement, qui étudieront les conditions climatiques et biochimiques sur la planète : détecteur UV à la surface, détecteur de substances oxydées dans l'atmosphère, détecteur de protons solaires et

rayons cosmiques, thermocouples pour mesurer les variations de température de l'atmosphère, baromètre de précision, anémomètre horizontal, détecteurs de poussières.

Le bras robotique est également équipé d'une "taupe" capable de s'éloigner de quelques mètres de l'atterrisseur à environ six mètres par heure. Elle pourra se glisser sous de gros rochers et prélever des échantillons qui seront ensuite analysés à bord de l'atterrisseur. Le principal objectif de la "taupe" est de trouver des preuves d'une vie passée sur Mars à proximité du site d'atterrissage. L'orbiteur de Mars Express sera placé fin décembre 2003 sur une orbite martienne de 250/10 142 km inclinée à 86°35 et qui sera décrite en 6 h 45. Cela permettra une bonne optimisation des liaisons entre les atterrisseurs des 3 missions. La mission nominale Mars Express durera une année martienne (687 j) après la mise en orbite. L'atterrissage de Beagle 2 est prévu le 25 décembre 2003. Une extension d'une deuxième année est envisagée pour servir de relais de communication et terminer la couverture globale de la Planète rouge.

Les deux autres missions ont été conçues par la NASA : les **Mars Exploration Rover (MER A et B)** emportent des rovers Athena de 185 kg (le rover Sojourner de Mars Pathfinder avait une masse de 11 kg). Le lancement a été retardé du 30 mai au 10 juin, avec une fusée Delta 2/7925, pour MER B, alias Spirit. Il a eu lieu le 8 juillet, avec une fusée Delta2/7925 H, pour MER A, alias Opportunity. Les arrivées à destination sur la planète rouge seront respectivement le 4 et 25 janvier 2004. Développés sur la technologie Mars Pathfinder, les sondes comportent quatre éléments : un module de croisière (240 kg), un bouclier thermique (290 kg), un atterrisseur (350 kg), un rover (185 kg). Les sites d'atterrissage sont : pour Spirit (MER B) le Cratère Gusev, et Terra Mediani Planum pour Opportunity (MER A).



atterrissage de MER (doc. NASA/JPL)

Le principal but scientifique des missions Mars Exploration Rover est de déterminer l'histoire du climat et de l'eau dans deux régions différentes de Mars, répondant au but commun aux récentes missions martiennes, à savoir étudier si la vie a pu exister sur Mars. Des traces de la présence d'un fluide dans le passé ont constitué un critère de sélection important pour les sites d'atterrissage. Chaque rover possède 5 instruments et un exemplaire du RAT (Rock Abrasion Tool), l'outil servant à racler la surface des roches pour éliminer la poussière déposée :

-la caméra panoramique va permettre de dresser une

carte du site d'atterrissage et chercher des indices d'un passage passé d'eau liquide ; elle servira notamment à détecter les futures "cibles" (rochers, terrains) du rover ; sa résolution est trois fois supérieure à celle des caméras de Mars Pathfinder ;

-le spectromètre thermique miniature dressera un panorama du site pris dans l'infrarouge, déterminant ainsi l'abondance des différents minéraux ; cet instrument pourra détecter des minéraux exclusivement formés par l'action de l'eau ; il servira, avec la caméra panoramique, à sélectionner les cibles d'études ;

-le spectromètre Mössbauer se mettra en contact avec les rochers ou les sols et en étudiera la contenance en fer, permettant de mieux évaluer le rôle qu'a pu jouer l'eau dans la formation des minéraux ;

-le spectromètre à particules alpha et à rayons X est une version améliorée de l'instrument qu'utilisa Sojourner ; il fournira la composition des roches et des sols étudiés, ce qui permettra aux scientifiques de comprendre l'histoire du site d'atterrissage ;

-un imageur microscopique permettra d'étudier l'apparence des roches à une échelle très petite ; on pourra ainsi en savoir plus sur le passé des échantillons, si de l'eau ou un autre fluide les a altérés ou encore sur le lieu probable de leur formation ;

-le RAT servira à racler la surface des roches afin que les instruments scientifiques ne subissent pas les mésaventures de Sojourner ; en effet, le petit rover étudiait plus la couche de poussière accumulée sur les roches que les roches elles-mêmes.



le rover MER en action (doc. NASA/JPL)

Le rover est totalement autonome et possède son propre appareillage de communication ; il est alimenté par des panneaux solaires installés en pétales sur sa base. Il se déplacera grâce à ses six roues, à une dizaine de caméras et à un petit ordinateur qui évitera automatiquement les obstacles infranchissables. Grâce à un châssis avec une garde au sol assez élevée, il pourra franchir des obstacles de 25 centimètres. Chacun devrait parcourir le sol martien pendant 90 jours, à raison de 100 m/jour.

Yves Monier

Ont collaboré à ce numéro : Gilles Dawidowicz, Richard Heidmann, Christophe Kueny, Yves Monier