



PLANÈTE MARS



Numéro 14 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com janvier 03

ÉDITO : ANNÉE MARTIENNE

Nous en rêvions depuis longtemps. Nous y voilà ! En cette mythique année 2003, Mars va s'approcher de nous de façon exceptionnelle. Le 28 août, moins de 56 millions de km nous sépareront d'elle (*cette distance peut monter à près de 400 millions de km*), et elle nous apparaîtra sous un angle environ moitié de celui de Jupiter, la planète géante. Si de telles « oppositions périhéliques » se produisent tous les 16 ans en moyenne, il faut remonter en 1924 ou se projeter en 2082 pour retrouver une circonstance aussi favorable. Si vous en avez l'opportunité, saisissez cette occasion unique d'observer la belle planète ; un instrument d'amateur suffira à vous laisser un souvenir inoubliable : vous aurez vu Mars « de près » !

Mais c'est aussi au plan de l'exploration que cette année s'annonce extraordinairement prometteuse. Pas moins de trois sondes devraient en effet tenter le grand voyage : les deux rovers américains « MER » et l'orbiteur européen Mars Express avec, à son bord, l'atterrisseur Beagle 2 ; de plus, n'oublions pas la sonde japonaise Nozomi, partie en 1998, et qui devrait arriver à la fin de l'année. Nous savons que les missions de ces fragiles émissaires, laissés à leurs seules et parcimonieuses ressources, ne sont pas sans risque. Mais quelle moisson en perspective ! Et quel impact, s'ils nous offrent, comme ce fut le cas pour Pathfinder, de participer à leur aventure quasiment en direct !

Dans la phase de gestation culturelle et politique où nous nous trouvons en ce qui concerne l'avenir de la conquête spatiale - dont témoignent les débats et les initiatives au sein des agences - 2003 devrait apporter une contribution plus que symbolique. « Planète Mars » fera bien entendu le maximum, en collaboration avec différents partenaires, pour tirer parti de ces circonstances exceptionnelles. Elle poursuivra de plus ses efforts, avec nos amis européens, en vue de l'installation de l'habitat Euro-MARS en Islande.

Alors, à tous, une bonne et grande année martienne !

Richard Heidmann, Président de « Planète Mars »

Dans ce numéro :

- Edito : année martienne p. 1
- Quinze jours de simulation martienne dans l'Utah p. 1
- Le MER qui veut se faire aussi gros que le Viking... p. 2
- La vie de l'association p. 4
- Premiers jalons p. 4
- Odyssée vers Mars p. 5
- L'image du trimestre p. 6

prochain numéro : avril 2003

QUINZE JOURS DE SIMULATION MARTIENNE DANS L'UTAH

Après Gilles Dawidowicz en février 2002, j'ai pu goûter aux joies de la simulation martienne dans l'habitat MDRS (Mars Desert Research Station) de la Mars Society dans le désert de l'Utah. Notre équipage européen-américain, qui ouvrait le 9 novembre la saison de simulation 2002-2003, constituait ainsi la septième équipe à occuper le module. Charles Frankel en assurait le commandement après avoir lui-même, en été 2001, participé à une rotation dans l'habitat arctique « Flashline » sur le site du cratère météoritique Haughton de l'île Devon.



L'habitat et la serre au pied de la pente désignée « Hab Ridge »

Le reste de l'équipage était constitué d'une Britannique, d'un Belge, d'une Américaine et d'un Américain. Nous avons simulé 2 semaines de séjour sur Mars dans notre module à 2 étages de 8 m de diamètre avec, à proximité, une serre équipée d'un système biologique de recyclage des eaux usées, à base de plantes, et, pour explorer les environs, 3 quads, une camionnette dite « Rover Pressurisé » et une règle du jeu : n'explorer la région qu'en scaphandre.

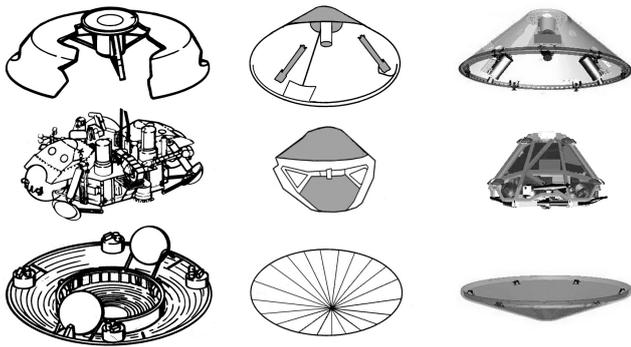


De gauche à droite : Stacy Cusack (USA) et Alain Souchier (F), John Barainca (qui nous a conduit depuis Salt Lake City), Jeff Zerr (concepteur de la serre), Robert Zubrin (Président de la Mars Society), Derek Shannon (USA), Charles Frankel (F), Hilary Bowden (UK.), Frank Schubert (constructeur de l'habitat), Pierre-Emmanuel Paulis (B).

(suite page 7)

**LE MER QUI VEUT SE FAIRE AUSSI GROS
QUE LE VIKING.
L'AIRBAG S'ENFLA SI BIEN... QU'IL CREVA ?**

Certains ne voient dans la prochaine mission MER 2003 (pour "Mars Exploration Rover", lancée vers Mars cette année) qu'une sonde Pathfinder plus musclée et mobile. Résumons le programme MER : on prend une sonde Pathfinder, dont on conserve les trois pétales articulés s'ouvrant en étoile, et on monte son corps central sur roues ! Cela pour la théorie. En pratique, il en va différemment : Pathfinder n'emportait que trois expériences, alors que MER doit en embarquer huit. De plus, le tout, plus lourd, doit être très mobile ! Ainsi, la masse à embarquer sur MER est plus importante. A ceci s'ajoute une motorisation et une suspension plus robuste, capable de faire évoluer ce gros véhicule sur terrain chaotique...

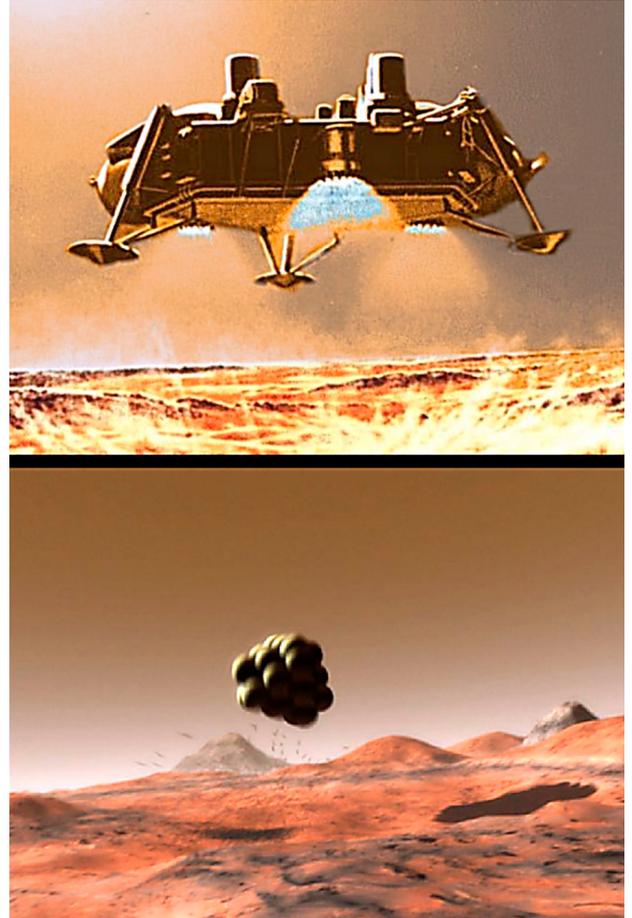


De gauche à droite et à la même échelle, les capsules de descente des sondes martiennes des programmes Viking (1975), Pathfinder (1996) et MER (2003). De haut en bas, pour chaque sonde, le bouclier arrière (support du parachute), la sonde elle-même (au centre), et le bouclier thermique (en bas).

© NASA/JPL/O. de Goursac

De fait, le système d'atterrissage, copié sur Pathfinder et considéré à l'origine comme étant simple à mettre en œuvre, s'avère être un vrai casse-tête pour les ingénieurs. Lors des tests, on ne compte plus les éclatements d'airbags, les déchirures de parachutes... Tout fonctionne maintenant : les parachutes et les airbags ont été renforcés pour résister à l'atterrissage. La contrainte est de ne pas augmenter la masse au décollage pour utiliser une fusée Delta II-7925, sa version la plus complète, avec neuf propulseurs d'appoint. Un plus gros lanceur est inenvisageable pour des questions budgétaires (la sonde MER-B, tirée un mois plus tard, utilisera une version plus lourde, dite 7925H, avec des propulseurs plus gros encore). Les airbags de Pathfinder s'étaient finalement avérés assez robustes pour résister à un atterrissage vertical. Mais celui-ci s'était déroulé de nuit, par vents faibles. Or, les prochaines sondes se poseront en début d'après-midi lorsque les vents soufflent fort (cf. tableau A). La dérive latérale a toutes les chances de projeter le cocon d'airbags avec violence de biais sur les pierres, les faisant éclater. Un vrai casse-tête, car rendre les airbags plus robustes encore alourdirait tant la sonde qu'elle ne pourrait plus être tirée sur une Delta II-7925H... Solution : mesurer en temps réel, pendant la phase ultime de la descente, la dérive ainsi que l'effet du balancement de la bride portant les airbags. Au moment où les rétrofusées arrêtent le tout à 15 m au-dessus de la surface, on crée une contre-impulsion latérale et on coupe la bride. Ainsi sont nés les "TIRS" (Transverse Impulse Rocket System), trois petites rétrofusées supplémentaires, dont une ou plusieurs s'allumeront peut-être pour éviter une dérive et un balancement indésirables des airbags avant leur lâcher. Mais finale-

ment, est-on sûr de bien mesurer ces effets ? Les ingénieurs viennent de tester avec succès le système d'imagerie DIMES (Descent Imager Motion Estimation Subsystem). Trois images sont prises 18 secondes avant l'allumage des rétrofusées, permettant à l'ordinateur de mesurer la dérive latérale en distinguant le "bougé" des cailloux sous la sonde. Une caméra peut-être à rajouter en plus, mais qui ne profite pas directement aux résultats scientifiques de la mission... Ce qui devait être simple s'est singulièrement compliqué !



Viking (en haut) et MER 2003 (en bas) : descente propulsée contre airbags. Deux systèmes d'atterrissage très différents.

© NASA / JPL / O. de Goursac.

Certains ingénieurs se demandent maintenant si la décision d'utiliser pour la mission MER 2003 le système d'atterrissage de la sonde Pathfinder est la plus judicieuse. En analysant les grandes masses des trois sondes martiennes, Viking, Pathfinder et MER, on s'aperçoit que le système d'atterrissage le plus efficace reste toujours celui des Viking (cf. tableau B). En effet, la masse de charge utile rapportée à celle réservée au système d'atterrissage montre que Viking peut emporter 66% de charge utile en plus qu'une sonde MER et deux fois plus qu'une sonde Pathfinder ! Incroyable conclusion : chaque sonde Viking aurait pu déposer deux rovers MER sur Mars ! Pour Pathfinder, il n'y avait pas à faire preuve d'efficacité en ce domaine, car priorité était donnée aux tests de nouvelles techniques. Par contre, la vocation des sondes MER est avant tout scientifique... Certes, Viking n'aurait pu se poser sur terrain chaotique, n'ayant que 22 cm d'espace libre sous son plancher. Mais maintenant nos possibilités d'imagerie orbitale martienne nous permettent d'en savoir plus sur la présence ou non de gros rochers au site d'atterrissage. Et où se trouve l'avantage des airbags, s'il faut les alourdir avec davantage de couches protectrices pour qu'ils puissent résister aux chocs sur les pierres et diminuer d'autant la

masse réservée aux expériences ? Autant décider une fois pour toutes de ne se poser sur Mars qu'aux endroits sûrs ! Même au fond de Valles Marineris se trouvent des champs de dunes dépourvus de grosses pierres... Une sonde MER pourrait ainsi se poser au fond du canyon : seuls les vents violents nous en empêchent actuellement. Pour cela, il faudrait larguer le parachute le plus haut possible et terminer la descente en mode propulsé... comme pour une sonde Viking !

Ce constat aboutit à la révision du concept des futures sondes martiennes. A masse équivalente, elles devront emporter plus d'instruments et rester plus longtemps actives à la surface (utilisant donc l'énergie nucléaire). Il faudra ainsi privilégier une technique maximisant la dépose de charge utile à la surface et revenir au système utilisant des moteurs de descente à ergols liquides. Mais saurait-on encore construire aujourd'hui les Viking ? C'était voici bientôt 30 ans. Les anciens ingénieurs, tous issus d'Apollo, sont à la retraite. Certains ont même disparu... L'échec du Polar Lander en décembre 1999

en a refroidi plus d'un sur la descente propulsée. Cette technique était dérivée de celle des Viking, mais pas identique non plus. Et on ne connaît rien des causes de l'échec. La "recette" Viking serait-elle perdue ? Ainsi, il faudra probablement programmer un autre Pathfinder, pour requalifier cette fois-ci la technique par descente propulsée !

Les ingénieurs de MER ont surmonté toutes les épreuves : la mission MER 2003 sera un formidable succès technique, scientifique et médiatique. Mais on mesure maintenant le savoir-faire impressionnant des ingénieurs et des scientifiques du programme Viking qui parvinrent du premier coup à se poser sur Mars en douceur, sans bénéficier de nos connaissances sur la répartition des terrains caillouteux à la surface, la structure de l'atmosphère à traverser, le régime des vents...

Restons optimistes : face aux chercheurs, le JPL rééquilibre maintenant ses pouvoirs de décision et redonne leurs lettres de noblesse aux ingénieurs. Eux seuls sauront relever ces nouveaux défis techniques !

Olivier de Goursac, *Délégué Missions Automatiques*

A. Comparatif des conditions d'atterrissage

Lander	Viking 1	Viking 2	Pathfinder	MER-A	MER-B
Saison (Ls*)	96°	117°	143°	328°	339°
Heure locale	16h13	09h06	03h00	environ 14h00	environ 13h10
Latitude	22.3°N	47.6°N	19.3°N	15°S - 5°N	10°S - 10°N

* Ls ou Longitude solaire. Sachant qu'une année martienne fait 360° de Ls : Ls 180° est l'équinoxe de printemps austral et d'automne boréal ; Ls 270° est le solstice d'été austral et d'hiver boréal.

B. Comparatif Viking - Mars Pathfinder - MER 2003

Sources : NASA/JPL et © O. de Goursac

Éléments	VIKING	Masse (kg)	MARS PATHFINDER	Masse (kg)	MER landers (chiffres pouvant encore évoluer)	Masse (kg)
Plate-forme	Orbiteur (Réservoirs vides)	883	Étage de croisière (Réservoirs vides)	235	Étage de croisière (Réservoirs vides)	193
	Ergols	1426	Ergols	85	Ergols	50
Capsule biologique	Base de l'enveloppe	74	(pas de capsule biologique)	----	(pas de capsule biologique)	----
	Enveloppe supérieure	54	(pas de capsule biologique)	----	(pas de capsule biologique)	----
Capsule de descente	Bouclier thermique	269	Bouclier thermique	68	Bouclier thermique	78
	Bouclier arrière	109	Bouclier arrière	142	Bouclier arrière	209
Atterrisseur	Ergols de descente	73	Générateurs de gaz	32	Générateurs de gaz	42
	Moteurs de descente	49	Airbags	69	Airbags	85
	Structure du lander (incl. mécanismes + pyro + câbles)	175	Structure du lander (incl. pétales + moteurs d'ouverture)	150	Lander technique (incl. pétales + moteurs d'ouverture)	221
	Charge utile (§) (incl. Contrôle thermique, énergie, électronique et science)	366	Charge utile (§) (incl. Contrôle thermique, énergie, électronique, science et le rover Sojourner/11 kg)	109	Rover MER	185
	TOTAL Atterrisseur	663	TOTAL Atterrisseur	360	TOTAL Lander technique+ Rover MER	533
TOTAL	Masse au lancement (*)	1169(*)	Masse au lancement	890	Masse au lancement	1063
	Masse à l'entrée dans l'atmosphère	1041	Masse à l'entrée dans l'atmosphère	570	Masse à l'entrée dans l'atmosphère	820
	Masse du système d'atterrissage (b)	500	Masse du système d'atterrissage (b)	311	Masse du système d'atterrissage (b)	414
	Masse nette posée sur Mars (a)	541	Masse nette posée sur Mars (a)	259	Masse nette posée sur Mars (a)	406
RATIOS	Masse nette posée / masse système d'atterrissage (a/b)	1.08	Masse nette posée / masse système d'atterrissage (a/b)	0.83	Masse nette posée / masse système d'atterrissage (a/b)	0.98
	Charge utile / masse système d'atterrissage	0.73	Charge utile / masse système d'atterrissage	0.35	Charge utile / masse système d'atterrissage	0.44

(§) charges utiles s'entendant en "équivalent-homme", c'est à dire avec leur environnement de fonctionnement (énergie, communications, informatique, mobilité...). Comme pour les astronautes des missions lunaires Apollo où leurs masses corporelles étaient prises en compte incluant leurs cerveaux (ordinateurs), leurs yeux (caméras), ainsi que leurs jambes (roues) et leurs mains (bras collecteurs)...

(*) Masses incluant l'atterrisseur + capsules biologiques et de descente : la masse totale envoyée vers Mars (Viking Lander+Orbiter), est de 3478 kg ;

(b) (i) pour Viking : boucliers thermique et arrière + ergols de descente + moteurs de descente (ii) pour Pathfinder & MER : boucliers thermique et arrière + générateurs de gaz + airbags ;

(a) (i) pour Viking : Total atterrisseur - ergols de descente - moteurs de descente (ii) pour Pathfinder & MER : Total atterrisseur - générateurs de gaz - airbags.

LA VIE DE L'ASSOCIATION

PLANÈTE MARS

Au cours de la réunion du Conseil d'Administration (CA) du 12 octobre 2002, Cyrille Bonnet a proposé sa candidature à la fonction de *Trésorier adjoint* ; au nom du CA, le Président l'a chaleureusement remercié et félicité. Il a été décidé de relancer un forum de discussion sur Internet (en place effectivement depuis début janvier 2003).

L'association Planète Mars (APM) a participé à la Fête de la science du 14 au 19 octobre 2002, notamment à l'INSA de Rouen où un stand était tenu par Lionel Cousin et Dominique Guillaume ; des exposés y ont été présentés par Richard Heidmann (tout public) et par D. Guillaume (scolaires).

Comme toujours, de nombreuses conférences ouvertes au public ou dans des cadres privés ont été faites. L'association, au travers d'une prestation financée, a aidé la Médiathèque de Suresnes (92) à organiser une manifestation sur Mars dans la dernière semaine de janvier.

La dernière réunion du CA a eu lieu le 18 janvier.

L'Assemblée Générale Ordinaire est fixée à **samedi 29 mars 2003 de 14h30 à 16h30** à la **Salle de l'Espace du C.N.E.S.** 2 place Maurice Quentin, 75001 Paris (M° Les Halles). Elle sera suivie d'une conférence ouverte au public par Alain Dupas (auteur de "Destination Mars", Solar éditeur), sur le thème de la place privilégiée de Mars dans l'évolution cosmique de l'humanité.

PLANÈTE MARS ET MARS SOCIETY

La contribution de l'APM à la 7^{ème} mission de MDRS (Mars Desert Research Station) dans le désert de l'Utah (U.S.A.), du 9 au 23 novembre 2002, a constitué un événement marquant : Charles Frankel était le commandant ; Alain Souchier, ingénieur de bord, a, entre autres choses, mené à bien de nouveaux essais de son VRP (Véhicule de Reconnaissance de Paroi). Le compte rendu quotidien, très intéressant et plein d'humour, était assuré par ce dernier sur le site Internet APM. Un long article du présent bulletin (exceptionnellement porté à 10 pages pour cette raison) présente un excellent résumé de cette mission.

Une réunion des représentants des *chapters* européens a eu lieu les 4 et 5 janvier à Paris, organisée par Pierre Brulhet et Olivier Walter. Elle a permis de faire le point du projet Euro-MARS et de renforcer considérablement notre coopération. Rappelons que les professeurs Philippe Masson et André Brack, ainsi que le Dr Claude Bachelard, spécialistes de haute renommée internationale, ont donné leur accord pour faire partie du comité scientifique consultatif (EMSAC) d'Euro-MARS.

MARS SOCIETY

Le site Internet APM donne un très intéressant bilan des activités de TMS (The Mars Society) en 2002. Fin décembre, un observatoire astronomique pilotable à distance, financé par Elon Musk et Celestron, a été installé à la station de simulation MDRS ; il sera utilisable via Internet par des astronomes professionnels et amateurs. La phase d'études préliminaires du projet *Translife*, qui a pour objet l'étude des effets engendrés par la gravité martienne sur les mammifères, s'est achevée fin décembre 2002 et a été présentée à la NASA.

Meilleurs vœux à tous les APM pour 2003 !

Dominique Guillaume, Secrétaire

PREMIERS JALONS

Notre collègue Georges Ballini, ancien pilote de ligne et auteur de pièces de théâtre ayant trait au monde aérospatial, nous présente ici son point de vue sur les perspectives de l'exploration spatiale.

Dans l'espoir de préserver le statut d'analyste déjà précaire à la pointe de la recherche et d'éviter celui d'illuminé volontiers attribué aux colporteurs de projets mirifiques, voici une tentative de mise au point sur un sujet actuellement livré à toutes les controverses.

Au début de la deuxième quinzaine de janvier 2002, la sonde « Mars-Odyssey », lancée quelques mois auparavant, a reçu les dernières directives pour affiner sa trajectoire autour de notre petite voisine afin d'en étudier la composition chimique.

Et d'abord celle de son atmosphère, chargée d'une poussière que des esprits soupçonneux donnent comme extrêmement pénétrante et nocive.

Nous en sommes là. Dorénavant, tous les vingt-six mois (durée de l'intervalle entre deux oppositions), un nouveau jalon sera établi sur la Planète Rouge : véhicules d'exploration, relais de communication, modules de fabrication de propergol, satellites de navigation, engins fouisseurs, laboratoires d'analyse et autres agencements hautement élaborés. A ce petit jeu, dans vingt ou trente ans, nous aurons pris pied à bord de notre plus proche voisine. Dans quelle intention, dira-t-on, et à quoi bon ?

A ce questionnement, l'homme de vigie est tenté de répondre : il y a environ trois millions d'années, un bipède est sorti de la vallée de l'Omo. Il provenait d'une phylogénie apparemment pugnace et évolutive. A l'heure actuelle, nous pouvons apprécier le résultat : l'humanité que voilà. Extrapolons sur une durée identique. A la vitesse de trois mille kilomètres par seconde (déjà négociable), nos descendants auraient déjà quitté notre Voie Lactée.

Il n'y a pas d'autre réponse à cet « à quoi bon ». A quoi bon l'espace, à quoi bon Mars, première élue offerte à notre ambition ? Tout simplement parce que c'est inévitable, parce que cela s'inscrit dans la nature des choses, dans la loi du mouvement. Il y a quarante-cinq ans, nous avons franchi un cap décisif dans l'ordre de la technicité, et donc, par extension, dans l'ordre de l'évolution. C'est un rappel historique. Il y a quarante-cinq ans, au prix d'un énorme effort représentant des milliers de millénaires d'incubation, nous nous sommes extirpés de la glèbe initiale. L'épreuve est irréversible. Issus de la planète Terre et du règne animal, nous avons pris pied dans un domaine hier encore interdit. En quelque sorte, nous sommes devenus des êtres cosmiques. Un beau sujet de dissertation, assurément, une énigme à rallonge, une situation riche en rebondissements.

Si, une fois encore, on se doit de souligner l'exploit du 4 Octobre 1957, c'est parce qu'il a été confisqué, galvaudé, exempté de tout prolongement philosophique ; c'est parce que nos prédicateurs établis, en présence d'un chambardement qui les dépassait, ont ignoré l'avertissement des visionnaires ; c'est parce que le ciel est dorénavant ouvert, offert, soumis à nos entreprises, un ciel physique, un ciel-océan au delà des passes, un domaine dont nous possédons la clef ; c'est parce que, globalement, le tableau de chasse de l'humanité est placé sous le signe d'un dynamisme sans faille et qu'il serait navrant de passer à côté d'un avènement de cette ampleur en raison d'inconséquences passagères, fussent-elles apparentées au pétrole et aux guerres dérivées. Dans vingt ou trente ans, moyennant les protections d'usage et si les résultats de l'investigation des prochaines décennies le justifient, l'homme aura établi son premier campement à bord

de la planète rouge, notre petite voisine, dans l'espoir lointain de la terraformer. Ce faisant, il aura mis en chantier la première structure exotique du grand œuvre déjà déployé sur sa planète d'origine et qu'il a tout naturellement mission de prolonger. Une telle épopée s'inscrit en ligne directe dans notre culture et, au premier chef, dans les projets de nos agences spatiales ; une épopée qui, à l'avenir, cela coule de source, devra prendre place dans nos budgets parmi les autres priorités, qui trouveraient d'ailleurs, dans une entreprise aussi mobilisatrice, par le jeu d'un dynamisme amplifiant la productivité, un puissant soutien. Ne pas investir dans une ouverture aussi engageante eut été la marque même de la cécité. Il nous fallait donc poser des jalons. Ce fut fait. Partagés entre le souhaitable et les moyens disponibles, nos décideurs ont su se déterminer et nos grands ingénieurs franchir le pas. In situ, les premiers robots ont déjà fait de la belle ouvrage.

Au pied du mur, observons les difficultés. Dans l'état actuel de l'inventaire, il apparaît évident qu'un certain nombre de doutes subsistent quant à l'opportunité d'une entreprise de développement durable à bord de ce corps céleste. L'instant venu, après une longue mise en condition, au delà de la première phase du terraformage, hors de nos combinaisons, de nos campements et de nos véhicules sous protection, quel serait le degré de toxicité de la poussière superficielle, quelle parade opposer au bombardement solaire, au rayonnement cosmique, aux ultraviolets ? Enfin, pour ce qui est d'une éventuelle éclosion de la vie passée ou transplantée à bord de cette planète, quelle confiance accorder à un environnement parfois donné comme chimiquement stable, quelle émulsion, quel assemblage, quel mariage suivi d'effets, quelle évolution globale escompter d'un lieu hostile à la formation des bio-virtueuses micro-organiques, des tâcherons de base qu'il nous est donné d'observer aux frontières du vivant ?

Des réponses devront être apportées à ce questionnement car, à défaut de remède à des sujétions aussi déterminantes, l'espoir que nous aurions fondé sur le terraformage tournerait au rêve creux.

Certes, une mise en équation experte a démontré que, au moyen de l'ensemencement de l'atmosphère par de puissants gaz à effet de serre ou de la construction d'un immense miroir orbital, l'épaississement de l'atmosphère martienne au cours de la première phase de la mutation devrait, selon toute attente, créer les conditions de pression nécessaires pour admettre l'eau à l'état liquide en surface, c'est-à-dire, pour nous éviter, hors de nos combinaisons pressurisées, d'entrer en ébullition (cela prendrait un certain temps : une durée de l'ordre du siècle pour une élévation de température de quelques degrés Celsius correspondant à une élévation de pression de quelque cent cinquante millibars). Mais après le franchissement de ce premier cap et dans l'attente d'une oxygénation généralisée par voie d'assimilation chlorophyllienne sur la bande équatoriale nous libérant non seulement de nos combinaisons mais aussi de tout artifice respiratoire, sans masque donc et sans réserve d'oxygène (deuxième phase du processus dont la durée estimée devrait être de l'ordre du millénaire) pourrions-nous, privés de tout bouclier magnétique, circuler à ciel ouvert sous la seule protection d'un revêtement atmosphérique réduit ? Bref, pour aller à l'essentiel, l'absence avérée de magnétosphère est-elle rédhibitoire ?

Ou encore, en supposant ces objections résolues, ouvrons nos documents au chapitre des déperditions, autre préoccupation tout aussi essentielle : après avoir établi puis équilibré la pression atmosphérique à une valeur acceptable, pendant combien de temps parviendrions-nous à compenser la fuite continue

de l'atmosphère, liée à la faiblesse sans remède du champ de gravité de cette trop petite planète, et sa séquestration sous forme de carbonates ? Ou, pour être plus précis, à l'issue de combien de millénaires les réserves de gaz carbonique assurant l'équilibrage de cette pression arriveraient-elles à épuisement ? Enfin, face au bilan ainsi compromis, le jeu, dans la durée, en vaudrait-il la chandelle ?

Nous voici bien, sans l'ombre d'une dénégation, en présence d'un certain nombre d'inconnues à mettre en balance : toxicité de la poussière, absence avérée de magnétosphère, épuisement de l'atmosphère fixant un terme à l'aventure dans la durée. Constats mortifiants pour les volontaires en liste. Ce questionnement s'impose. Il est à la mesure des difficultés. L'analyse est complexe et comporte de nombreux volets. A l'avenir, tous les vingt-six mois, un nouveau wagonnet déversera son maigre butin dans le creuset de nos laboratoires. Trouverons-nous les parades nécessaires ? La recherche en cours en décidera.

En résumé, n'oublions pas que nous n'en sommes, sur bien des points, qu'au questionnement préalable et que nous serons peut-être conduits, malgré les découvreurs de parades géniales, malgré nos pulsions irrépessibles, malgré la séduction initiale, à renoncer à cette première conquête et à chercher, un peu plus loin, une proche cousine de Gaïa mieux adaptée à nos besoins.

Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : Tsiolkovski nous a bel et bien tirés du berceau ; nous naviguons déjà avec une certaine aisance dans un grand large à la mesure de nos moyens ; la loi du mouvement l'emportera. N'en doutons pas, le domaine est vaste. Aussi longtemps que les étoiles dispenseront leur énergie et que nous en capterons une partie, nous ne connaissons plus de trêve.

Georges Ballini

ODYSSÉE VERS MARS

Tels Ulysse, Marco Polo, Jacques Cartier, Christophe Colomb, Cook et tous les individus que la performance extrême attire et qui ont su se projeter dans « l'ailleurs » grâce à leur âme de missionnaire, les astronautes sont les représentants actuels de nos besoins d'exotisme. Car il s'agit bien de besoin ou mieux, de nécessité au sens que lui donne Jacques Monod. Victor Segalen, dans le « traité de l'Exotisme » qu'il a écrit entre 1904 et 1908, souhaitait faire adopter le nom d'EXOTE à ces voyageurs nés qui, dans les mondes aux diversités merveilleuses, sentent la saveur du Divers.

Nos astronautes connaissent la puissance de l'exotisme qui n'est pas une adaptation mais bien au contraire la perception aiguë et immédiate de la perdurabilité du plaisir de sentir le divers, ce qu'il y a au dehors, à l'extérieur, comme différent et incompréhensible au premier abord.

J'ai eu l'immense privilège de pouvoir m'entretenir et d'échanger avec trois astronautes chez lesquels le regard d'exotisme frappe d'emblée : Jean-Loup Chrétien, Claudie Haigneré et Shannon Lucid. Dans le regard de chacun d'eux filtre, selon leur personnalité, le bonheur inouï de l'évocation des mondes visités et de l'indispensable et irrésistible besoin de poursuivre cette découverte entamée de l'ailleurs. Chacun d'eux, à sa manière, m'a laissé cette très forte impression d'être des étrangers, d'être ceux qui ont vu et qui savent. Ils possèdent l'autre dimension... Ils ont vécu cette succession ininterrompue d'ivresse et d'élan de plénitude dans une féconde euphorie. Qu'ont-ils réalisé ?

Une mission spatiale

Une mission spatiale répond aux deux grands principes psych-

nalytiques fondamentaux : celui du plaisir, ici de l'exotisme dans la découverte, et celui de la mort, côtoyée allègrement et avec courage parce que c'est leur Mission. Cette mission est une motivation intériorisée inhérente au devenir de l'individu qui en est porteur. L'accomplissement de cette mission dépend non seulement de la volonté des missionnaires et de leur maîtrise de l'excellence, mais, faut-il l'ajouter, des grands enjeux politico-sociaux et scientifiques gérés par les décideurs. Les budgets consacrés à l'exploration ne sont pas indéfiniment extensibles.

Les aspects psychologiques recherchés dans le choix des astronautes découlent naturellement de la définition de la mission spatiale :

1. une motivation intériorisée et vitale relevant de la foi est indispensable ;
2. posséder le sens de la mission : les astronautes seront les acteurs investis par les pouvoirs politiques et scientifiques dans leur rôle de missionnaires explorateurs qui est inhérent et indissociable de leur croyance en l'humain ;
3. intelligence, sous toutes ses formes ;
4. compétences dans l'utilisation de ces intelligences ;
5. complémentarité des membres des équipes afin de réunir le plus large potentiel humain possible ;
6. capacité à appliquer le grand principe du plaisir de l'exotisme afin d'être à l'écoute de ce qui existe et de développer une capacité de veille et de repérage. En bref, être capable d'accueillir la différence et l'inattendu avec intelligence et compétence.

L'entraînement inhérent à ce type de mission fera appel aux évaluations des capacités à vivre en équipe pendant de plus ou moins longues périodes, à poser des gestes précis et d'une haute technicité, à se repérer en apesanteur, à se mouvoir avec intelligence et à s'adapter aux situations les plus imprévues. Le succès d'une mission dépend de la capacité d'une équipe à mobiliser de façon coordonnée les connaissances conjointes additionnées dans une synergie efficace.

Du choix des astronautes, tous les cas de figure doivent être envisagés. Que des hommes ? Que des femmes ? Des équipes mixtes ? Des gens mariés, en couple ou isolés ? Faut-il à bord de purs scientifiques, des techniciens ? Faut-il un médecin ?

Toutes les hypothèses sont étudiées et beaucoup de préjugés restent semble-t-il ici à surmonter. Car il faut penser que dans l'état actuel de nos connaissances en matière de vitesse de déplacement des véhicules et des particules humaines, un voyage vers Mars... et retour durera entre 18 et 36 mois. Entre autres questions pendantes : vol gravitationnel ou en apesanteur ? Ce dernier a comme inconvénients majeurs de modifier la force musculaire du cœur, de vider l'os de son calcium, de créer une anémie. Après quelques années de vie en impesanteur, notre allure pourrait devenir celle de E.T. : peu de jambe, une colonne vertébrale flexible et peut-être la grosse tête... ?

La NASA a exploré sur une période de 3 mois et sur la planète Terre, donc dans un contexte gravitationnel connu et constant, les éléments fondamentaux et non renouvelables embarqués pendant toute la durée de la mission : l'eau, l'air, la nourriture. Le recyclage de l'eau a été réalisé à 100% grâce à des filtres à l'iode ainsi qu'à certains procédés physico-chimiques. L'air présente des caractéristiques telles que l'adjonction de plantes pour la photosynthèse semble obligatoire. L'humain rejette le CO₂ et les plantes lui rendent l'O₂. Faudra-t-il que les astronautes pédalent 2 heures par jour au milieu de 160 m² de céréales pour échanger gracieusement les précieuses molécules d'O₂ nécessaires à la survie de l'équipage disons de 4 astronautes ? Pari réussi. La nourriture pose ici un problème de poids, sans

jeu de mots, et de recyclage. En faisant pousser des céréales sélectionnées pour leurs qualités nutritives, leur vitesse de croissance et la qualité de leurs dérivés, la NASA a fourni 90 % des calories nécessaires à l'équipage. Des céréales, on a tiré du sucre, de l'huile et du pain. On a fait pousser 4 laitues par personne tous les 10 jours. Blé, pommes de terre blanches et sucrées, légumes verts à grandes feuilles, fèves de soja, cacahouètes ont survécu. Le recyclage des matières solidifiées par incinération utilise de l'O₂ et rejette du CO₂ réutilisé par les plantes.

Un risque important réside dans le développement, la multiplication, les changements et les modifications des micro-organismes embarqués. Il existe en effet une baisse de l'immunité des organismes vivants en mission. La flore microbienne change, il existe une inhibition compétitive en milieu clos et de nouvelles bactéries apparaissent. Les antécédents infectieux des astronautes ont donc leur importance.

Les cycles du sommeil des astronautes se modifient en mission. Le dosage de la mélatonine salivaire est fiable pour suivre les phases de repos des humains embarqués. Ceux-ci vivent dans un bruit permanent variant entre 50 et 70 décibels. Il faudra veiller à ménager cet aspect de la vie des astronautes. La variation de la luminosité a son importance également sur le moral des équipages.

On peut penser que le développement des nouvelles techniques médicales et chirurgicales non invasives permettra un diagnostic et des opérations rapides et efficaces y compris grâce à l'intervention de la télé-médecine.

Conclusions

Les décisions politiques et sociales soutiendront les projets et les espoirs du genre humain et l'exploration de l'univers qui s'ouvre à peine. Jamais l'humain ne s'est arrêté sur la voie des découvertes du monde environnant. De l'infiniment petit à l'infiniment grand, la curiosité du genre humain ne s'éteindra jamais. Il y a des femmes et des hommes prêts à s'investir totalement dans les missions d'exploration de l'univers au delà des frontières connues à ce jour. Il importe de soutenir cette immense aventure qui fera avancer l'humanité vers les rêves de son bien-être et de la paix.

Diane Beaulieu d'Ivernois

Docteur en médecine aérospatiale

L'IMAGE DU TRIMESTRE : Tempêtes de printemps...

La planète Mars, comme la Terre, voire comme Jupiter ou Saturne, est fréquemment soumise à des tempêtes régionales. Mais à la différence des autres planètes du Système Solaire, les tempêtes martiennes sont des tempêtes de poussière. Elles se produisent surtout dans les régions polaires, là où les températures varient très vite d'une saison à l'autre mais aussi d'un endroit à l'autre.

L'image de ce trimestre est un cliché de Mars Global Surveyor, tout à fait exceptionnel, de la région boréale de Mars.

Les échanges et variations thermiques qui se produisent en hiver entre les calottes polaires très froides, composées de glace d'eau et de glace carbonique au moment où elles sont le plus étendues, et les terrains alentour qui sont beaucoup plus chauds, aident à la génération et à l'entretien de ce type de tempête de poussière. Les écoulements d'air froid provenant des pôles et d'air chaud provenant des régions tropicales et

intertropicales, en se rencontrant, entraînent les poussières en altitude dans des tourbillons périphériques aux calottes polaires.

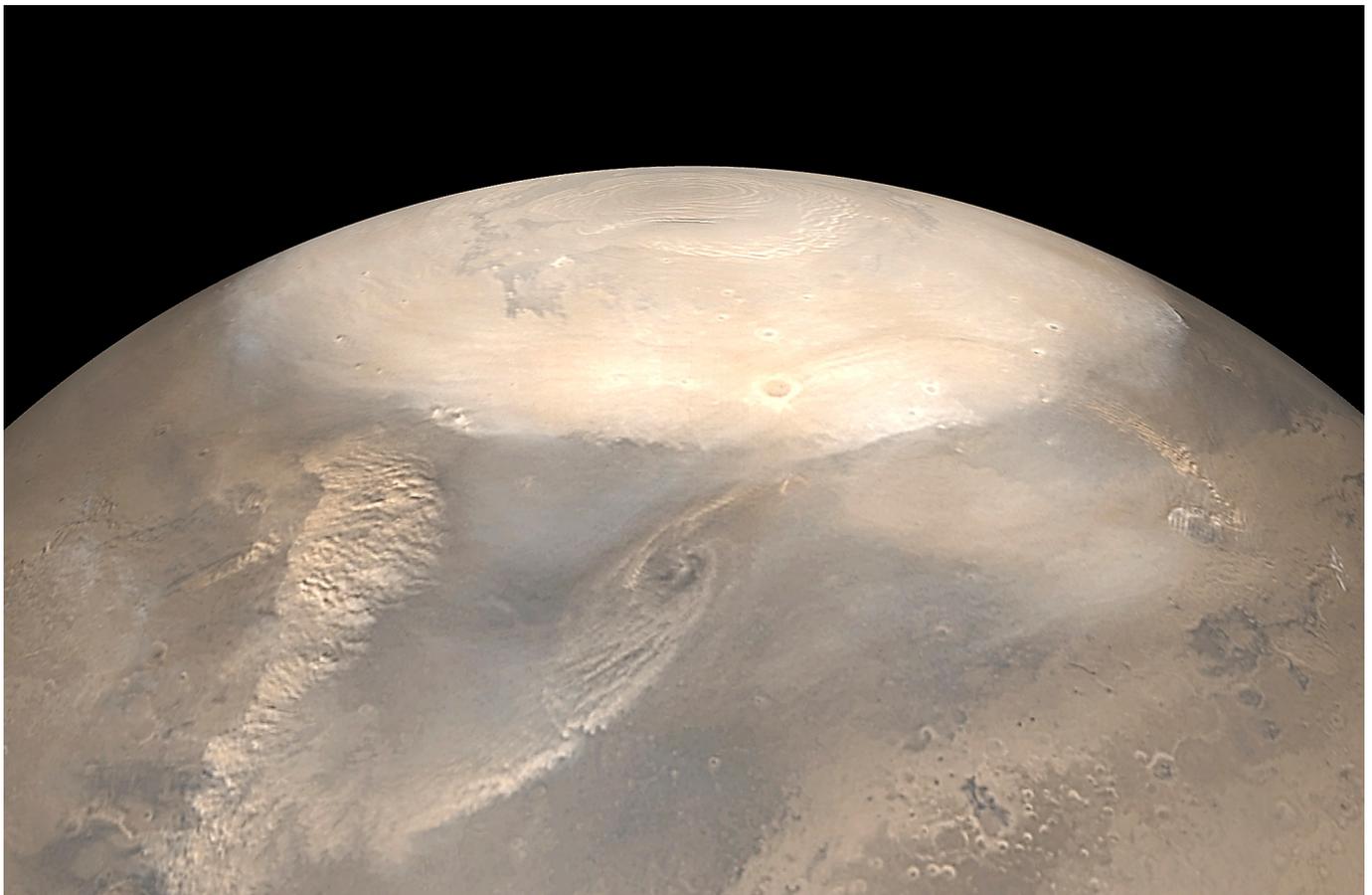
Ces tempêtes, d'abord locales puis évoluant rapidement à des échelles régionales, voire globales, sont sur Mars favorisées :

- par les variations de la pression atmosphérique. Quand celle-ci est plus élevée, elle permet à plus de poussières d'être en suspension et d'y rester plus longtemps en ralentissant et en retardant les retombées au sol. Rappelons que, sur Mars, la pression atmosphérique peut varier de plus de 30 % en quelques heures, ce qui sur Terre provoquerait des catastrophes météorologiques considérables...
- par les brusques différences de températures. L'inertie thermique globale est sur Mars très différente de celle que l'on observe sur Terre et ceci pour deux raisons majeures : l'absence d'océan jouant un rôle thermorégulateur et l'absence de biosphère (de forêts notamment). Non seulement l'atmosphère peut vite se refroidir ou se réchauffer, mais la température des terrains de la surface elle-même peut varier presque aussi vite.

Par ailleurs, les différents types de terrains amplifient le phénomène. Les différences de température entre les terrains gelés, recouverts de glaces, et les zones voisines dégelées au moins en surface, sont importantes et peuvent être brusques. Ces différences engendrent des courants d'air thermiques qui circulent régionalement comme le font sur Terre les jet-streams par exemple.

Cette tempête a été observée lors du dernier printemps, en mai 2002. Le cliché est un composite d'images quotidiennes. On aperçoit en haut du cliché, la calotte polaire Nord et ses terrasses en spirale. Plus bas, la tempête se déplace comme un front dépressionnaire, massivement. Sa partie avant et ses marges, sont marquées par des remous plus clairs et des vortex. Nous savons aujourd'hui que ce type de tempête affecte localement l'évolution du gel saisonnier en surface.

Gilles Dawidowicz



doc. NASA/JPL/MSSS

Retrouvez cette chronique et ses archives sur le site de l'association : www.planete-mars.com

Suite de l'article page 1 : quinze jours de simulation martienne

Notre mission avait plusieurs objectifs, le premier, collectif, étant de cerner les difficultés liées à l'exploration en scaphandre d'une région désertique présentant des analogies martiennes certaines ou supposées (comme la présence de fossiles ou d'organismes bactériens vivant protégés dans le sol) et d'apprendre à optimiser la logistique et l'organisation dans ces circonstances. D'autres objectifs avaient été « apportés » individuellement par les membres de l'équipe mais ont fait l'objet d'une prise en charge commune : la recherche de fossiles et de vie bactérienne endolithe (dans les pierres) ou hypolithe (sous les pierres) avec étude géologique associée, la mise en œuvre

d'un radar de sondage du sous-sol, l'étude du fonctionnement du système de recyclage des eaux usées dans la serre, et l'expérimentation de mon Véhicule de Reconnaissance de Paroi, modifié depuis l'expérimentation de fin 2001 et du séjour de Gilles Dawidowicz en février 2002. A cela s'ajoutait un thème « éducation et promotion » qui a impliqué un reportage de Michel Chevalet pour une diffusion sur la chaîne câblée « Encyclopedia », des contacts avec des milieux étudiants comme l'école d'ingénieurs ENSICA à Toulouse, ou le reporting de la Britannique Hilary Bowden vers la BBC.

Certes, notre séjour de 2 semaines n'a représenté en durée et

en contenu qu'une infime partie d'une véritable mission martienne de 18 mois. Mais il faut un début à tout !

Les sorties en scaphandre

Lors de toutes ces sorties ou EVA, nous avons appris à conduire des opérations en scaphandre, scaphandres qui simulent bien certaines des difficultés que peuvent rencontrer des astronautes (poids, visibilité limitée, sorties limitées à quelques heures, difficultés de communication, manque d'habileté manuelle avec des gants épais) mais pas d'autres (rigidité, donc fatigue, liée à la pression interne, complexité de mise en œuvre, inertie).

Le port du scaphandre crée la sensation d'être à la fois dans et hors du monde. Une part de la sensation d'isolement est visuelle et liée aux défauts, rayures, etc. du casque qui accentuent l'impression d'être dans une bulle ; l'autre part est auditive puisque les sons extérieurs sont atténués et les sons intérieurs augmentés. A ce propos la perception de sons extérieurs n'est pas une incongruité terrestre : sur Mars aussi on pourrait entendre des bruits externes.

La dextérité avec les gants reste raisonnable, surtout si l'on utilise le gant droit muni sur l'index d'un gros clou (côté tête dépassant bien sûr) qui permet des actions assez précises. Sans ce gant, il faut recourir à un objet genre tournevis ou stylo. Un petit caillou peut aussi réaliser la même fonction en cas de pénurie !

Des tâches assez délicates ont ainsi été réalisées « en simulation » : sanglage et désanglage du VRP sur les quads, utilisation de ruban adhésif (mais il faut avoir pris la précaution de prédécouper des bandes), dépannage d'un quad, actionnement des différentes commandes, souvent minuscules, des appareils photo et caméras. C'est dans ces conditions que l'on se rend compte que nos appareils quotidiens n'ont pas été étudiés pour des astronautes en scaphandre. Seuls les appareils de plongée sous-marine sont correctement conçus pour des manipulations avec des gants épais. Le scaphandre est équipé de poches mais celles-ci ne sont pas adaptées à l'emport d'appareils photo ou de caméras. J'ai choisi l'utilisation d'un sac ventral permettant l'emport simultané des deux types d'appareil.



Changement des piles du GPS « en simulation ». Je porte à main droite le gant à clou . On aperçoit à gauche dans le casque la pipette verte qui permet de boire pendant les EVA.

Au total, nous avons réalisé 24 sorties (ou EVA, Extra Vehicular Activities) cumulant 35h 40mn. Le total heures x personnes s'établit à environ 98h. J'ai personnellement effectué 12 EVA totalisant 17h 05mn.

Toutes ces sorties m'ont laissé des souvenirs qui demandent un effort intellectuel pour admettre que nous étions bien restés sur

la Terre : la recherche de fossiles à proximité de l'habitat dans un champ de cailloux noirs sur un sol rouge, le tout très « pathfinderien », notre EVA à trois, en scaphandre, au bord du cratère météoritique d'Upheaval Dome, les retours en quad quand je suivais l'astronaute qui ouvrait la voie dans un nuage de poussière à la nuit tombante, l'exploration de Lith Canyon où la fin d'après-midi projetait les ombres démesurées de nos silhouettes de martiens d'adoption, un début de buée sur mon casque accentuant la sensation d'isolement, la lente montée de Stacy's Cake en plein soleil avec le paysage qui se dévoile progressivement jusqu'au canyon de Candor Chasma.



Géologie dans Lith Canyon

Les essais du Véhicule de Reconnaissance de Paroi

Le Véhicule de Reconnaissance de Paroi a été essayé 11 fois sur 6 sites différents. Par rapport à la configuration initiale de fin 2001 et début 2002, les modifications apportées avaient pour but de faciliter le glissement en mode « dos » en cas de renversement, de limiter les occurrences de tels renversements (élargissement de l'empattement, augmentation du nombre de tiges anti-roulis). Le VRP avait de plus été équipé d'un système de vidéotransmission temps réel, qui permet de recevoir au sommet de la falaise, soit la caméra qui filme la paroi, soit une microcaméra qui vise vers le haut et montre la situation générale du véhicule.



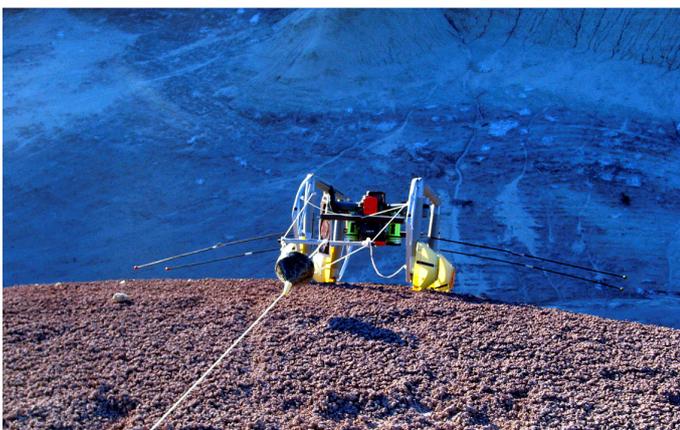
Le VRP installé sur le quad « en simulation » pour les essais 22, 23 et 24 à White Rock

De manière générale la mise en œuvre n'a pas posé de problème en scaphandre ; le VRP a toujours rapporté de bonnes images des parois explorées, ce qui reste son objectif fondamental ; mais en présence de terrains difficiles, très accidentés, il a montré un taux de retournement élevé. Les modifications effectuées ont permis le retour sur le dos sans trop de diffi-

cultés sauf lors du dernier essai où la configuration du terrain était telle qu'un blocage était prévisible.



L'essai 23 à White Rock



Essai VRP 25 sur la colline à côté du Hab. Le VRP aborde une falaise de 17 m dans un essai pour étudier l'absorption de la transmission vidéo par le terrain.

Le système vidéo a fonctionné malgré quelques soucis sur le moniteur qui présentait un faux contact après le voyage en avion. La réception est toutefois interrompue dès que quelques mètres de terre ou de roc s'interposent entre l'émetteur et le récepteur. Ce système vidéo a ainsi été expérimenté mais n'a pas réellement été utilisé pour « piloter » le VRP en descente ou remontée.

De nouvelles modifications ont été déduites de ces 11 essais, qui seront appliquées à un «VRP 3 ».



L'essai du radar de sondage de sol de Pierre-Emmanuel Paulis

La vie à bord

L'habitat est suffisamment vaste pour un équipage de 6 personnes (du moins pendant 15 jours). De manière générale, il y a beaucoup à faire et le temps libre est limité. J'ai passé ce message à un membre de l'équipe suivante qui pensait le contraire. On peut distinguer plusieurs types d'activité tels que vie courante (repas, toilette, sommeil), logistique (réparations et dépannages, mise en œuvre de l'habitat et de la serre, contrôles et mesures, plein d'essence des quads), exploration (EVA), préparation des expériences et inspections post-expérience, documentation (transfert des photos dans les ordinateurs, rédaction des rapports pour le site Planète Mars ou pour le site Mars Society avec au moins 3 rapports, celui du commandant de bord, le rapport d'ingénierie et le rapport scientifique). Comme dans une station orbitale, si on n'y prend garde, les activités courantes, logistique et documentation, peuvent facilement occuper toute la journée. Nous avons limité les interventions logistiques au nécessaire et, par exemple, exécuté les travaux complémentaires d'équipement et d'installation lorsque notre emploi du temps le permettait.



Le rez-de-chaussée du Hab. A gauche le laboratoire, au premier plan la table de montage et entretien du VRP, au fond l'escalier avec à sa droite la porte qui donne sur la salle des scaphandres, à droite l'atelier et le réservoir bleu de retour des eaux usées utilisées pour les toilettes, tout à droite les portes des toilettes et de la salle de bain, et, au premier plan à l'extrême droite, le hublot du sas n°2.

Le fonctionnement des systèmes de l'habitat et de la serre n'était pas encore complètement documenté dans le manuel « MDRS HAB operations manual », surtout pour les derniers aménagements. Heureusement, « Mission Support », la base arrière située à Boulder, pouvait répondre en quelques heures à toutes les questions !



Charles Frankel et Stacy Cusack relevant les températures d'eau et d'air dans la serre. Les 4 bacs de recyclage situés à droite utilisent majoritairement des jacinthes d'eau.

Entre les membres d'équipage je n'ai ressenti aucune tension (il faudrait faire une enquête). En particulier je n'ai pas noté

les tensions que l'on peut relever, d'après mon expérience, au bout de 4 ou 5 jours sur un petit bateau. Les activités sont vraisemblablement plus variées, le volume habitable plus grand et le champ d'activité extérieur plus important. Si nous avions à faire une simulation plus longue, il faudrait sûrement rééquilibrer les charges de l'équipage ; notre commandant de bord a assuré une charge de travail hors normes au détriment de ses heures de sommeil.

nombreuses photos sont disponibles sur le site de l'association : www.planete-mars.com

(toutes les photos de cet article sont d'A. Souchier)



Le premier étage du Hab . La cuisine est à gauche, la table de travail avec les ordinateurs en réseau au centre gauche ; l'ordinateur central est situé au fond sous le hublot ; l'escalier débouche à sa gauche ; à droite les portes des chambres et au-dessus le grenier qui abrite le réservoir interne d'eau potable.

Nous avons vécu, de manière générale, à un rythme de travail correspondant certainement à des missions spatiales courtes, de l'ordre d'une semaine. Les astronautes disent que, lors de ces missions, on vit sur ses réserves en sacrifiant les heures de sommeil pour réaliser le maximum d'expériences... ou observer la Terre. Pour une mission de 18 mois, un rythme moins forcené, d'endurance, devra être adopté (comme cela semble le cas pour les missions de plusieurs mois dans les stations orbitales).



Départ en quad pour White Rock avec le VRP (en arrière-plan le Hab et la serre)



Retour au Hab en fin d'après-midi sur fond de montagne baptisée « Olympus Mons »



Lever de soleil vu par un hublot de l'habitat à 7h15

Là aussi, de cet habitat, je garderai le souvenir de vues matinales ou de fin de journée par les hublots du premier étage, lorsque le paysage n'a plus grand-chose de terrestre. D'ailleurs la région avait été repérée par les metteurs en scène d'Hollywood pour y tourner des films de science-fiction martiens.

Alain Souchier

Les compte rendus journaliers de la mission MDRS7 avec de

Ont collaboré à ce numéro : Georges Ballini, Diane Beaulieu d'Ivernois, Gilles Dawidowicz, Olivier de Goursac, Dominique Guillaume, Richard Heidmann, Alain Souchier