



PLANÈTE MARS



Numéro 11 *Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris* www.planete-mars.com

avril 02

ÉDITO

Si un équipage avait décollé pour Mars au moment de notre fondation, il serait déjà de retour depuis six mois... Nous ne prétendons certes pas avoir parcouru la même distance ! Pourtant, notre mouvement est désormais connu et reconnu, et ses actions se développent remarquablement.

Grâce à l'ingéniosité et aux efforts d'Alain Souchier, un modèle de démonstration de « Véhicule de Reconnaissance de Paroi » a été réalisé, puis expérimenté dans le désert de l'Utah par Gilles Dawidowicz, sélectionné dans le deuxième équipage de l'habitat MDRS de la Mars Society. Une opération qui a soulevé un vif intérêt et nous a conduit à faire une proposition de travaux à l'Agence Spatiale Européenne, événement particulièrement significatif, même s'il ne devait pas connaître de suite immédiate.



(doc. NASA)

Dans le même temps, la coopération avec nos collègues européens a permis au projet EUROMARS d'habitat simulé européen de franchir deux étapes décisives : premier soutien financier conséquent, obtenu par le *chapter* britannique et autorisant la construction de la cellule de l'habitat ; finalisation de l'aménagement interne, à l'issue d'un récent week-end de travail à Francfort. Une mission de reconnaissance du site pressenti en Islande va être organisée par Charles Frankel au cours du deuxième trimestre.

Au sein de l'association, le nouveau Groupe de Travail Astronautique est lancé, avec comme premier thème la sécurité du voyage, question méritant amplement d'être objectivée. Conformément à nos buts fondamentaux, ce groupe orientera son action en vue de l'information du public et des instances décisionnelles. On le voit, un développement qui fait plus que traduire l'accroissement de plus de 50 % de notre effectif depuis notre précédente Assemblée Générale, tenue il y a un an.

On to Mars !

Richard Heidmann
Président de l'association

Dans ce numéro :

- Concepts d'architecture martienne p. 1
- La propulsion électrique progresse p. 1
- Les RTM, une clé pour accélérer l'exploration humaine de Mars ? p. 3
- La vie de l'association p. 7
- Vos questions p. 7
- Euromars : progrès p. 8

prochain numéro : juillet 2002...

CONCEPTS D'ARCHITECTURE MARTIENNE

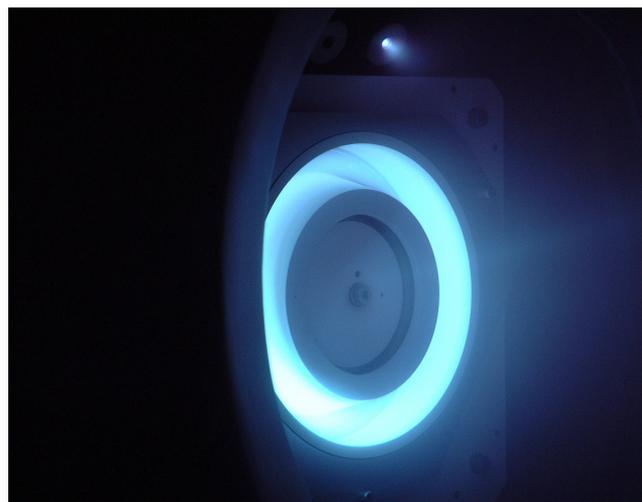
Dans le projet de simulation d'une base sur Mars, notre travail d'architecte a essentiellement consisté à concevoir un lieu d'habitation disposant d'un design et d'un confort optimisés, compte tenu des contraintes techniques de structure du module imposé, et des conditions particulièrement difficiles de la vie sur Mars. D'autres facteurs doivent impérativement être également pris en compte comme la durée du séjour, la grande promiscuité, les relations sociales ou la faible gravité martienne.

Dans ce cadre, nous sommes partis sur l'idée que certaines

(suite page 2)

LA PROPULSION ÉLECTRIQUE PROGRESSE

Les premiers voyages humains vers Mars feront appel à une propulsion fusée classique à hydrogène et oxygène liquides. Pour augmenter les charges utiles, mais surtout diminuer le temps de trajet, la propulsion électrique est un moyen d'avenir. Son rendement est au moins 4 fois supérieur à celui de la propulsion classique (4 fois moins de consommation de fluide pour la même poussée).



premier tir du moteur plasmique PPS[®]X000 (doc. Snecma)

Actuellement la propulsion électrique se développe « naturellement » car elle est appliquée aux satellites de télécommunication. Elle diminue de 700 Kg la masse d'ergols à embarquer sur un satellite de 3600 Kg pour le maintenir

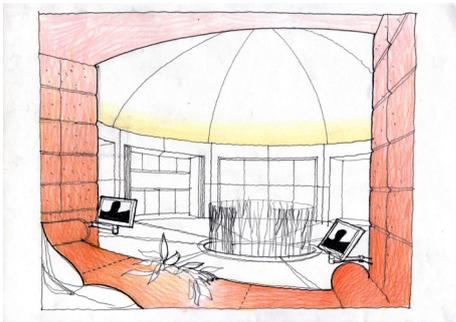
(suite page 8)

(suite de l'article page 1 : *European Mars ...*)

structures de vie devaient être des espaces indispensables et incompressibles : les chambres à coucher, la cuisine, les espaces communs et les bureaux. La qualité de la vie quotidienne sur la base est à ce prix. Le but est par conséquent de développer un concept reprenant tous ces éléments, en respectant au maximum les contraintes de départ : la structure extérieure de la base américaine de l'Utah conçue par Frank Schubert, et les très lourdes contraintes du climat martien.

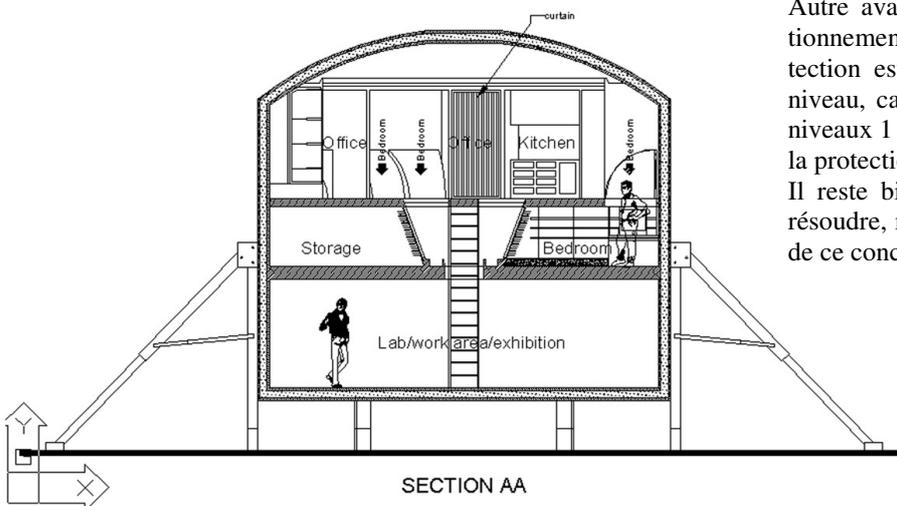
Afin d'éviter les espaces tronqués (petites chambres inadaptées à une longue vie sur Mars, espaces communs non optimisés, circulations prenant trop de place, etc.), nous avons décidé de créer 3 niveaux, dont la distribution respectera la forme cylindrique du module. Nous n'avons jamais cherché à introduire des espaces avec des angles droits.

La circulation verticale dans cet espace cylindrique s'effectuera par une échelle placée au centre du module, avec une distribution radiale des différentes fonctions.



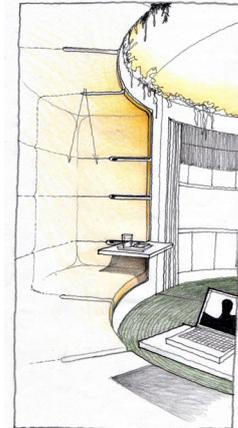
vue-bureau, niveau 2 (doc. P. Brulhet)

Le 1^{er} niveau : il est consacré aux dimensions techniques de la mission : il regroupe 2 sas (1 sas entrée/sortie, 1 sas avec des cultures végétales expérimentales pour la future extension de la serre ou d'une autre structure gonflable) avec une salle de décontamination, une salle pour les scaphandres, un poste de pilotage (avec un hublot permettant d'observer l'approche du sol à l'atterrissage), une infirmerie, des espaces de rangement (contenant un scaphandre de secours) dans le cercle de circulation, un espace technique et un espace de travail/laboratoire.



coupe (doc P. Brulhet)

Le 2^{ème} niveau : C'est le niveau de vie comprenant les espaces de détente/travail/repas, cuisine, toilettes, salle de bain, s'organisant autour d'un vaste espace central polyvalent (sport, ambiance café, cinéma). Les chambres à coucher ainsi que les stockages sont accessibles par le plancher de ce niveau.



vue-bureau, niveau 2 (doc. P. Brulhet)

Et voici l'élément particulier de notre concept : un entresol se situant entre le 1^{er} et 2^{ème} niveau.

L'entresol : c'est un niveau d'une hauteur sous plafond de 1,20 m minimum. Cette solution a plusieurs avantages : elle permet d'avoir un grand espace de stockage et des chambres à coucher avec une surface au sol importante. La configuration de ce niveau répond à notre souci de fonctionnalité et d'habitabilité. Il se divise en 9 parties (2 chambres alternant avec 1 stockage). Les chambres ont la particularité de pouvoir être groupées 2 à 2 pour les éventuels couples, et de posséder un bow window donnant sur la circulation et dont l'orientation permet une ouverture sur l'espace de vie.

Les chambres sont accessibles depuis des trappes qui, une fois ouvertes, déploient un volume en forme d'abri de tente qui permettra aux occupants de se tenir debout dans leur chambre. Chaque chambre sera équipée de tout le confort possible (petit bureau, rangements, etc.) et le lit y occupera les 2/3 de la surface au sol.

Autre avantage de la disposition des chambres : le positionnement stratégique du bouclier anti-radiation. La protection est maximale en utilisant 2 des chambres de ce niveau, car elles sont protégées en haut et en bas par les niveaux 1 et 2, et sur les côtés par les stockages. Le reste de la protection étant assuré par des parois remplies d'eau.

Il reste bien entendu beaucoup de points à définir ou à résoudre, mais nous continuons de travailler sur la viabilité de ce concept.

**Pierre Brulhet, Olivier Walter,
Daniel Pouzet, Sébastien Chauvel**

NDLR : comme on le lira page 8, ces travaux se sont poursuivis, en collaboration avec nos collègues européens, conduisant à une évolution sensible du projet.

LES RTM, UNE CLÉ POUR ACCÉLÉRER L'EXPLORATION HUMAINE DE MARS ?

NDLR : l'option décrite ici par Mario Delail, éminent spécialiste de ces techniques, pose la question de la limite à assigner à l'ambition robotique, en fonction du vrai besoin. Le scénario Mars Direct représente déjà, avec le déploiement automatique de la station de production d'ergols in situ, un défi sérieux ; aller plus loin est-il raisonnable et utile ? Et cette option ne risque-t-elle pas de devenir un excellent alibi technique pour repousser, par des développements préalables réussis, la grande décision politique ? Voici en tout cas les arguments d'un de ses promoteurs.

Les robots d'exploration martiens

De nombreuses équipes de par le monde travaillent sur la robotique d'exploration. Elle a déjà été appliquée, dans le domaine spatial, à plusieurs reprises : les Lunokhod russes pour l'exploration lunaire et la mission américaine Pathfinder avec le robot Sojourner pour l'exploration de Mars.

Les principaux objectifs des robots d'exploration sont :

1. Réaliser, de manière pratiquement autonome, des explorations de régions martiennes et transmettre des résultats : acquisition d'images, réalisation de cartes et de Modèles Numériques de Terrain (MNT), éléments de topographie...
2. Réaliser des expériences "in situ" et transmettre des résultats vers la Terre : analyses (atmosphère, sol, carottes...), dépose d'expériences autonomes (sismologie, météorologie...).
3. Réaliser des opérations : choisir des échantillons et les ramener en un point précis, procéder à un forage et ramener ou analyser les carottes...

Par rapport à la robotique, les caractéristiques les plus contraignantes du contexte martien sont :

1. Le coût du kilogramme rendu sur place.
2. Les contraintes liées au voyage, lancement, durée, obligation d'optimiser l'encombrement...
3. Les contraintes thermiques, quelques degrés au-dessus de zéro le jour et moins soixante degrés la nuit, à l'équateur en été martien.
4. Le climat, vents de poussière, hiver qui dure six mois...
5. Le faible ensoleillement, 600 W/m², à comparer aux 1 400 W/m² que reçoit la Terre.
6. La complexité des opérations : lancement, atterrissage sur Mars, déploiement et enfin utilisation des robots...
7. La distance Terre-Mars, qui rend les communications difficiles (délai de communication de 8 à 40 minutes, faible débit, discontinuité des communications liée aux problèmes de visibilité entre la Terre et Mars, consommation d'énergie importante pour communiquer...).

La prochaine mission de robotique d'exploration martienne est la double mission Mars Exploration Rovers.

Les performances de ces robots de la NASA donnent une idée

des difficultés :

1. Masse de 100 à 150 kg.
2. Peu d'autonomie de déplacement, sauf sous forme expérimentale.
3. Une dizaine de kilomètres de déplacement en une année en nominal.

L'autonomie, en milieu naturel sur Terre, pour les robots des laboratoires les plus avancés, est tout juste balbutiante pour ce qui concerne les déplacements. En particulier, le manque de robustesse des systèmes par rapport aux conditions d'utilisation est rédhibitoire : type de terrain, conditions climatiques, durée d'autonomie, énergie embarquée, puissance de calcul embarquée... Or le milieu martien est bien plus agressif que l'environnement terrestre. De plus, l'autonomie du robot mobile martien devra aussi concerner la gestion des opérations scientifiques, la gestion des communications, la gestion de l'énergie bord, etc.

Les robots d'exploration martiens devront évoluer vers de plus en plus d'autonomie dans un environnement de plus en plus complexe. En effet, après avoir exploré des zones simples comme des plateaux désertiques, ces robots n'auront de l'intérêt que s'ils sont capables d'explorer des zones difficilement accessibles telles que : montagnes ou volcans, canyons, etc. Les robots d'exploration seront alors en compétition avec d'autres moyens tels que drones, aérostats, pénétrateurs guidés et l'Homme...

L'autonomie en environnement inconnu ou peu connu, la durée de vie, la robustesse, l'énergie bord, les capacités de franchissement d'obstacles, les capacités de communication, sont autant de challenges à surmonter.

Les Robots de Travail Martiens (RTM)

Il est aujourd'hui sûr qu'il sera impossible d'amener en un seul voyage l'ensemble des éléments pour assurer la survie des premiers explorateurs martiens. Une partie de l'infrastructure sera rendue sur place avant la première exploration : vaisseau de retour, moyens de communication... De plus, ces premiers explorateurs devront utiliser au maximum les ressources locales : gaz carbonique, soleil, vent, eau, minerais, afin de limiter les importations depuis la Terre et donc le coût de la mission. C'est déjà à ce niveau qu'apparaît l'intérêt des RTM.

Les RTM ont pour objectif de mettre en place une infrastructure qui facilite les premières explorations humaines de Mars.

Les RTM devront montrer, avant l'arrivée des humains, qu'il est possible pour les robots d'installer et de maintenir des systèmes vitaux, durant plusieurs années, sur la planète Mars. Par exemple : balises permettant un atterrissage précis, montage et maintenance d'infrastructures (antennes, aire de travail, habitations, serres...), déploiement et gestion d'expériences scientifiques (réseau de capteurs sismiques, météorologiques...), production et stockage d'énergie (pose de panneaux solaires, éoliennes, câblages, autres éner-

gies...), éventuellement la production et le stockage de l'eau (forages, fondations, pose de tuyaux, alimentation en énergie, pompes ...). Ils permettront aussi de s'assurer de la fiabilité des systèmes de survie des astronautes pour une durée de plusieurs années dans l'environnement martien.

Ces systèmes devront prouver leur robustesse et leur efficacité, sur Mars, avant que des explorateurs humains ne les utilisent.

Les RTM sont associés à une architecture dont les principales caractéristiques sont :

1. Le RTM est le plus simple possible, il est conçu et dédié à un type de tâche.
2. Le RTM ne possède pas de source d'énergie, il stocke de l'énergie et est capable de se recharger en énergie.
3. Il travaille et communique avec un "superviseur", qui peut éventuellement être un robot (chef de chantier).
4. Chaque superviseur peut contrôler et coordonner plusieurs robots, en particulier il localise les RTM et gère leurs recharges.
5. Les superviseurs peuvent communiquer, échanger des robots et se coordonner pour réaliser des opérations.
6. Le superviseur communique avec la Terre, il reçoit des instructions décrivant les opérations à mener, il renvoie : un état des lieux, les données scientifiques, des données techniques (vecteur d'état des RTM, vecteur d'état opération, carte si modifications...).
7. Le superviseur élabore et distribue les tâches aux RTM afin de réaliser les opérations demandées.



robots de travail à l'étude au JPL (doc. NASA/JPL)

Le superviseur coordonne les moyens pour réaliser une opération, il pilote les RTM dans leur enveloppe d'opération ; les RTM réalisent les actions qui leur sont dévolues par rapport à l'opération demandée avec leurs moyens de contrôle. Ils fournissent un compte rendu régulièrement au superviseur. Ce dernier active, désactive, ralentit, complète les différents moyens en fonction des résultats obtenus. Le superviseur possède et maintient une carte précise (MNT...) de la zone de travail qu'il supervise. Toutes les opérations sont commandées et surveillées par un centre de contrôle à Terre avec un partage des décisions entre le superviseur et les opérateurs sur Terre. Bien évidemment, toutes les décisions urgentes, par

exemple celles relatives à l'intégrité et à la sécurité des systèmes, sont prises par le superviseur. Ce dernier devra tenir compte de l'environnement : arrivée d'une nouvelle sonde sur l'aire d'atterrissage, changement de météo (nuage de poussière, refroidissement brusque...), orage solaire, perte de communication avec la Terre, panne...

C'est une autre robotique : un grand nombre des contraintes recensées pour la robotique d'exploration disparaissent :

1. Les RTM évoluent dans un environnement parfaitement connu, il s'agit du site d'arrivée des premiers explorateurs. Ce site correspond à une zone d'atterrissage, il sera de type plateau ou plaine et donc d'une faible complexité. Il est possible que les atterrissages précis permettent que ce site soit proche d'une zone complexe, canyon ou falaise, afin de rendre les explorations intéressantes. Des satellites d'observation et d'autres moyens comme des aérostats auront totalement cartographié cette zone, il existera des MNT précis...
2. Les RTM n'ont pas de capacité d'autonomie de déplacement, la carte locale est très précise (MNT) et maintenue à jour par le superviseur, c'est lui qui localise, contrôle et commande un certain nombre de RTM...
3. Les RTM possèdent un minimum d'intelligence à bord, il s'agit de gérer les capacités d'opération du robot de manière à avoir une certaine autonomie pour ces tâches répétitives. La capacité de calcul se trouve chez le superviseur, de même que la vue d'ensemble : carte, localisation, coordination entre plusieurs RTM, vecteur d'état de l'opération en cours, communication vers la Terre... Les RTM ne possèdent qu'une autonomie d'action, ils sont spécialisés pour réaliser un ou deux types d'activités par exemple :
 - déblayer une zone, tracer des itinéraires,
 - récupérer, transporter et déposer du fret,
 - faire de la connectique,
 - déployer des instruments et des systèmes : antennes de communication, panneaux solaires, expériences technologiques (serres, unités de production d'énergie...), expériences scientifiques,
 - éventuellement creuser (terrain, tunnels...), réaliser des forages...
4. Un RTM est dédié au terrassement et à l'aménagement de la zone de travail, les autres RTM évoluent dans cette zone. Ils possèdent donc un châssis simple qui correspond à leur activité, il n'est pas utile d'avoir des capacités de franchissement d'obstacle.
5. Il n'y a pas de production d'énergie embarquée, l'une des premières opérations sera d'installer une centrale de production et de stockage d'énergie. Les RTM se rechargent, soit sur des chargeurs spécifiques, soit à distance par micro-ondes par exemple...
6. Le système de communication est simplifié, chaque RTM communique avec son superviseur, un changement de superviseur est possible en cas de panne...

La précision de l'atterrissage est un élément clef de l'exploration martienne ; même si le vaisseau des premiers explora-

teurs est autosuffisant, un vaisseau de secours devra se situer à proximité. L'une des premières tâches des RTM sera de déployer, au sol, un système (balises ? complément d'un système spatial ?...) permettant ce type d'atterrissage très précis. Une autre tâche importante sera de débarrasser la zone d'atterrissage des obstacles naturels (blocs, trous...) ou artificiels (sondes non réutilisables, systèmes égarés...)...

Le RTM se caractérise par une simplification de l'aspect « purement robotique » : autonomie complète, capacités de navigation, capacités d'acquisition et d'analyse de l'environnement. Par contre la plus grande autonomie d'opération est demandeuse de nouveaux capteurs, de moyens d'analyse et de prise de décision spécialisés aux tâches du RTM. Les solutions retenues pourraient certainement trouver des débouchés pour des applications terrestres : déchargement/chargement automatique, connectique spéciale, terrassement...

L'aspect coordination des RTM pour réaliser une opération, rôle du superviseur, est aussi un domaine où des solutions martiennes pourraient trouver des retombées sur Terre.

Plus spécifiquement l'approche RTM impose que :

- Les différents systèmes, modules de production d'énergie, communications, infrastructures, doivent avoir une durée de vie de plusieurs années. En particulier, les robots devront certainement trouver ou construire des abris pour l'hiver martien...
- Les systèmes et les RTM doivent être robustes, or la simplicité est un élément qui participe à cette caractéristique. De même que la redondance, les superviseurs sont interchangeables, les RTM sont, dans une certaine mesure, reconfigurables...

Au-delà de la préparation de la venue des premiers explorateurs, les RTM peuvent être utilisés à d'autres tâches et faciliter l'ensemble des opérations martiennes.

Apport des robots de travail martiens

Si dans les prochaines années l'exploration scientifique et la mise en place d'infrastructures vont se poursuivre, très vite la recherche des ressources (eau, énergie...) et des moyens pour exploiter ces ressources vont devenir un enjeu essentiel.

Si l'eau est exploitable, les RTM deviennent un élément majeur pour changer les données économiques du débarquement des premiers explorateurs sur Mars. En effet, imaginons qu'en utilisant les RTM nous puissions exploiter la glace de Mars, il s'agit de l'atteindre (forages...), la faire fondre (installation de sources d'énergie...), la conduire (pose de canalisations protégées...), la stocker (construction d'infrastructures...), éventuellement produire des ergols pour les fusées et des produits dérivés (hydrogène, oxygène) ou du méthane (réaction CO_2 et H_2), les manipuler et les stocker. Il serait alors envisageable d'utiliser systématiquement des sondes cargos réutilisables pour les missions martiennes.

Lorsque cette infrastructure est en place et rodée, les étapes pour l'envoi de fret ou d'explorateurs vers Mars sont :

1. Départ de la Terre d'un vaisseau dont la masse de carburant est juste suffisante pour atteindre l'orbite terrestre, le gain en masse entre l'orbite basse de type ISS et un tir direct vers Mars est supérieur à 3. C'est-à-dire que l'on envoie avec la même fusée trois fois plus de charge en orbite basse que vers Mars : par exemple AR5, suivant la version, envoie plus de 20 T en orbite basse et, à l'horizon de ces missions, 9 T en tir direct vers Mars.
2. Remplissage des réservoirs du vaisseau en orbite basse avec du carburant martien. Ce carburant est arrivé soit sous forme de produit fini soit sous forme de matières premières transformées en carburant en orbite terrestre, l'envoi depuis Mars demandant 6,5 km/s contre 8 km/s depuis la Terre.
3. Tir vers Mars, soit direct par exemple avec un aérofreinage, soit par l'intermédiaire d'une mise en orbite martienne avec éventuellement un complément de remplissage des réservoirs sur cette orbite avant les manœuvres de rentrée...
4. Atterrissage précis et en douceur sur la zone d'atterrissage...
5. Déchargement du fret par un ou plusieurs RTM...
6. Substitution du fret soit par des ergols élaborés sur Mars, soit par des matières premières martiennes (eau, CO_2 ...).
7. Remplissage des réservoirs du moteur par des ergols élaborés sur Mars.
8. Préparation des opérations de lancement.
9. Lancement depuis la planète Mars, libérant ainsi leur place sur la zone d'atterrissage, soit directement vers une orbite terrestre, soit en orbite martienne vers un véhicule de transfert.
10. Nettoyage et remise en état de la zone d'atterrissage réalisés par des RTM.
11. En orbite terrestre, suite à un rendez-vous et au transfert du carburant martien ou des matières premières (eau, CO_2) martiennes vers une unité de production, rechargement en carburant et en fret soit de la même sonde si elle est réutilisable soit d'un véhicule arrivé de la Terre.
12. Destruction de la sonde si elle n'est pas réutilisable.

Le schéma page suivante récapitule les principales étapes.

L'utilisation de matière première venant de Mars pour fabriquer le carburant permettant aux vaisseaux d'atteindre et d'atterrir sur Mars, à partir de l'orbite basse terrestre, est une hypothèse de travail intéressante. Bien des problèmes sont en suspens, sans être exhaustifs :

- Les opérations sont basées sur l'utilisation de sondes réutilisables qui doivent être aptes à faire, au moins, un aller/retour entre la Terre et Mars.
- Les moteurs des sondes devront consommer des carburants que nous n'avons pas utilisés, à ce jour, pour ce type de mission : moteurs cryogéniques à hydrogène, méthane ou autre...
- Nous n'avons pas fait décoller des masses importantes (plusieurs tonnes) depuis la planète Mars.

LA VIE DE L'ASSOCIATION

L'Association Planète Mars (APM) a eu trois ans le 15 mars 2002. Nous sommes en Europe le *chapter* de la Mars Society (TMS, The Mars Society) le plus important en effectif. Le nombre et l'étendue de nos activités sont en accroissement ; nous en donnons ici un aperçu, en recommandant cependant aux adhérents souhaitant être mieux informés de se connecter à www.planete-mars.com mis à jour quasiment en continu.

PLANÈTE MARS

Réunion du Conseil d'Administration (CA)

Le CA s'est réuni samedi 26 janvier au Siège pour analyser l'état actuel et préparer l'évolution de l'association. Le compte rendu figure sur le site en *Pages des membres*.

Assemblée Générale Ordinaire (AGO)

L'AGO annuelle a eu lieu samedi 16 mars à la Salle de l'Espace du CNES (Paris). Le compte rendu est sur le site en *Pages des membres*.

Outre le bilan des activités, qui montre qu'elles ont été très nombreuses, on peut y voir que la situation financière de l'APM est saine.

Le nouveau groupe de travail "Astronautique" a fait l'objet d'une présentation par son animateur Richard Heidmann. Ce groupe, ouvert à tout adhérent intéressé par le sujet même s'il n'est pas spécialisé dans ce domaine, est consacré à l'analyse de problèmes techniques et technico-économiques posés par le voyage vers Mars. Le thème n° 1 "sécurité de la mission habitée" est lancé sous la direction de Stéphane Grès.

EUROMARS (EUROpean Mars Analog Research Station), projet d'habitat martien européen présenté et discuté en AGO, fait l'objet d'un article spécifique dans ce bulletin.

Enfin, une décision importante pour l'APM, préparée par le CA du 26 janvier, a été prise en AGO après discussion constructive entre les participants : le CA comprendra maintenant 12 membres au lieu de 9 antérieurement. L'élection a suivi, avec 10 candidats déclarés avant le vote pour 7 postes ouverts. Voici le nouveau CA : Cyrille Bonnet, Lionel Cousin, Gilles Dawidowicz, David Dornbusch, Charles Frankel, Dominique Guillaume, Richard Heidmann, Christian Lardier, Marc Salotti, Gaël Scot, Alain Souchier, Bertrand Spitz.

L'AGO était suivie d'un "pot" amical à l'occasion du troisième anniversaire de l'APM. Les participants ont pu observer et même toucher le VRP (Véhicule de Reconnaissance de Paroi) développé et mis au point par Alain Souchier, et rapporté ce jour par Gilles Dawidowicz après des essais dans le désert de l'Utah aux États-Unis (voir plus loin) ; rappelons que le VRP et sa mise au point ont fait l'objet d'un article par Alain Souchier dans le bulletin n° 10. C'est également à ce moment que Pierre Brulhet et Olivier Walter ont présenté un CD-Rom très vivant réalisé par le groupe de travail "Architecture martienne" et mis en vente aux adhérents (information sur le site).

Après l'AGO, la Salle de l'Espace était ouverte au public pour deux conférences. Dans la première, Alain Souchier commentait une vidéo des essais du VRP intitulée "le rover alpiniste" ; quelques photos du VRP autour de la station de simulation MDRS étaient ensuite commentées par Gilles Dawidowicz. Dans la deuxième conférence, Richard Heidmann, traitait de la terraformation : ce qui est possible, ce qui est probable, ce qui

est hypothétique.

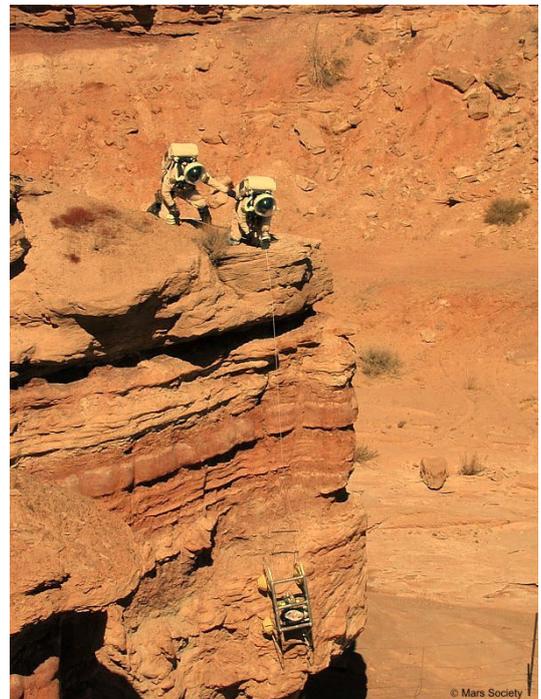
MARS SOCIETY

Charles Frankel avait été sélectionné pour être membre de l'équipage n° 5 de la station de simulation d'habitat martien FMARS (Flashline Mars Arctic Research Station) en juillet 2001. Gilles Dawidowicz, lui, a fait partie de l'équipage n° 2 de MDRS (Mars Desert Research Station) du 21 février au 6 mars 2002 dans le désert de l'Utah ; il donnera une conférence sur sa mission le 30 avril prochain à 19 heures à la Salle de l'Espace du CNES à Paris. Toutes les simulations passées et présentes dans ces stations sont décrites avec humour par les participants et illustrées de nombreuses photos parfois spectaculaires sur le site www.planete-mars.com.

Le congrès annuel de TMS aux Etats-Unis aura lieu à Boulder (Colorado) à l'Université du Colorado du 8 au 11 août 2002 ; le CA de l'APM encourage les adhérents qui le peuvent à y participer.

Enfin, le deuxième congrès européen de TMS se déroulera à Rotterdam (Pays-Bas) du 27 au 29 septembre 2002.

Dominique Guillaume, Secrétaire



essais du VRP dans l'Utah

VOS QUESTIONS

Q : Pourquoi ne pas utiliser la propulsion électrique ?

R : La propulsion électrique promet en effet de réduire la durée du trajet interplanétaire à moins de trois mois ! Mais la puissance des moteurs électriques existants reste voisine du kilowatt, alors que c'est de milliers de kW qu'il faudra disposer ! Les principes pour y parvenir sont connus (voir par exemple le VASIMR, dans le bulletin n° 8) mais on en reste pour l'instant au stade du laboratoire. A noter cependant que la NASA vient de décider d'accroître significativement ses efforts dans ce domaine.

(suite de l'article page 1 : la propulsion électrique ...)

sur son orbite géostationnaire pendant une dizaine d'années et donc, en contrepartie, augmente la masse disponible pour la charge utile.

La mise en orbite difficile du satellite de télécommunication expérimental européen Artémis, en juillet 2001, est en train de valoriser la propulsion électrique : le satellite avait été placé sur une orbite trop basse, à 31 000 km d'altitude, suite à un arrêt prématuré du lanceur. Il est en train de grimper progressivement à 36 000 km, en se servant de deux propulseurs électriques Astrium de 15 mN de poussée qui vont fonctionner 200 jours. En France, Snecma Moteurs vient de procéder, le 26 février, aux premiers essais d'une nouvelle version de son propulseur plasmique PPS, quatre fois plus puissante que la précédente. La poussée va ainsi atteindre 0,4 Newton (40 g force). Pour envoyer 50 tonnes vers Mars dans des délais raisonnables, il faudrait une poussée de 100 N donc 250 de ces moteurs PPS®X000. Si dans quelques années la poussée était multipliée par 10, le nombre de moteurs se réduirait à 25 ce qui deviendrait tout à fait raisonnable.

Nota : la propulsion électrique a fait l'objet d'articles dans les bulletins 3, 4 et 8.

Alain Souchier

| Durée (période favorable) Mois | Durée (période défavorable) Mois | Vitesse à donner km/s | Propulsion chimique H2/O2 450 s | Propulsion nucléaire thermique 800 s | Propulsion électrique | | | (ISP) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|--------|----------|-------|
| | | | | | 1500 s | 3000 s | 10 000 s | |
| 6 | / | 3,5 | 125 | 115 | 100 | 85 | 78 | |
| 4,2 | 8 | 4 | 140 | 125 | 105 | 88 | 79 | |
| < 3 | 5,2 | 5 | 180 | 140 | 110 | 92 | 80 | |
| | 4 | 6 | 245 | 160 | 120 | 95 | 81 | |

3 lancements à 80 t
2 lancements à 80 t
1 lancement à 80 t

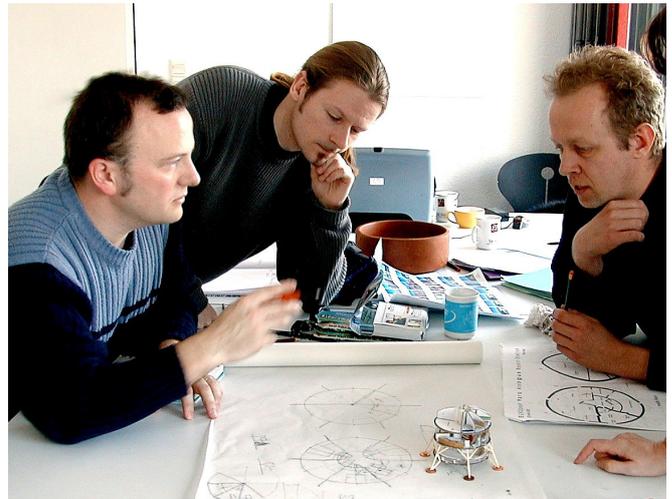
Masses totales en tonnes en orbite terrestre

LE VOYAGE VERS MARS

Masse en orbite terrestre, propulsion, durée du voyage pour 50 tonnes de charge utile

de l'APM : P. Brulhet, R. Heidmann, O. Walter). Elle a permis de finaliser le projet d'aménagement interne, qui sera finalement à trois étages (RdC : technique, 1^{er} : living, 2^{ème} : chambres et sanitaires). Il prend en compte notre souci d'expérimenter au mieux les aspects environnement de vie de l'équipage. Sur la base de cette définition, Frank Schubert, l'architecte américain de la MDRS de l'Utah, invité à la réunion, établira les plans définitifs. Notre ami, rappelons-le, vient d'échapper miraculeusement à un accident d'avion et avait fait le déplacement sur des béquilles ! Il va pouvoir dès maintenant diriger la construction de la structure d'EUROMARS (identique à celle de la MDRS), grâce aux fonds déjà réunis, d'une part par le *chapter* britannique (100 000 euros donnés par la société STARCHASER) et, d'autre part, par TMS/USA.

Nous avons confirmé le choix de l'Islande, qui s'impose par ses attraits géologiques : terrains volcaniques, vulcanoglaciers, sédimentaires, sources hydrothermales, mais aussi médiatiques : aspect désertique, splendeur des paysages. L'option du site d'essai circumpolaire de l'ESA à Kiruna (Suède), malheureusement peu attrayant de ces points de vue, doit cependant rester ouverte, du fait de ses atouts logistiques et politiques. Une mission de reconnaissance en Islande sera organisée par Charles Frankel, probablement début juin. Ses buts : identification précise du site, évaluation des aspects logistiques, contacts avec les autorités locales (politiques et universitaires).



de gauche à droite : O. Walter et P. Brulhet discutant avec leur homologue hollandais F. Blok, dans les locaux de l'architecte allemand K. Totzek (doc. R. Heidmann)

EUROMARS : PROGRÈS

Le projet d'habitat martien simulé européen avance ! Les 30 et 31 mars, une réunion des *chapters* actifs (Allemagne, France, Pays-Bas, Royaume-Uni) s'est tenue à Francfort (participants

Le projet a été présenté par nos soins à des représentants de l'Agence Spatiale Européenne, qui y trouvent beaucoup d'intérêt, dans la perspective du programme AURORA de préparation de l'Europe à l'exploration du système solaire robotique et humaine.

Il a été décidé de constituer une équipe de conduite du projet réduite à un représentant par *chapter*. Dans l'immédiat, il s'agit d'étendre l'action de recherche de sponsors et la prospection des sites potentiels d'exposition (préalable à la phase opérationnelle).

Richard Heidmann

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brulhet, Sébastien Chauvel, Mario Delail, Dominique Guillaume, Richard Heidmann, Daniel Pouzet, Alain Souchier, Olivier Walter