



PLANÈTE MARS



Numéro 55 *Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris* www.planete-mars.com

avril 13

ISSN 1772-0370

ROADMAPS

A chaque étape marquante de la progression des idées vers la conception moderne de la mission martienne, on a discuté longuement de ce qu'il conviendrait de faire pour se préparer : quels développements préalables, quels objectifs opérationnels intermédiaires, bref, quelle feuille de route (roadmap) pour le projet. Le problème, c'est qu'en ces occasions les parties prenantes inclinent à défendre leurs propres objectifs, au détriment de la finalité du projet. Les autorités institutionnelles elles-mêmes en viennent à utiliser la roadmap pour masquer l'absence de vision à long terme et le recul des politiques face à un engagement considéré trop risqué.

Ces dernières années, on a vu ce processus de dilution de l'enjeu véritable s'installer aux États-Unis, avec la mise en avant d'un effort préalable sur les technologies, prétendu indispensable. On voit ainsi fleurir des roadmaps habilement garnies de développements technologiques certes attrayants, mais sans réelle nécessité, ainsi que de destinations intermédiaires dont on peine à cerner la logique.

Cette politique de faux-fuyants ne peut que conduire au gaspillage des ressources et à la désaffection - voire au mépris - du public. Il faut se recentrer sur l'objectif (au moins est-il reconnu !) et n'entreprendre que les actions réellement nécessaires. Et ceci sans détours ruineux (vers une nouvelle Station Spatiale, en orbite lunaire ou à un point de Lagrange) mais, au contraire, en veillant à mener directement des opérations de qualification avec des matériels et dans des conditions aussi proches que possible de la configuration opérationnelle.

Bien entendu, toutes les synergies possibles avec la poursuite des finalités scientifiques doivent être exploitées. De ce point de vue, par exemple, la proposition⁽¹⁾ de combiner le retour d'échantillons et la qualification, à échelle 1, des technologies de descente de charges lourdes sur Mars mérite certainement l'attention.

Yes, we can ; oui, il est possible, en procédant rationnellement, de faire plus efficace avec moins de ressources ; observons de ce point de vue les initiatives spatiales privées, même si, s'agissant d'un objectif aussi ambitieux, vision et courage politiques restent des prérequis.

Richard Heidmann
Vice-président

Dans ce numéro :

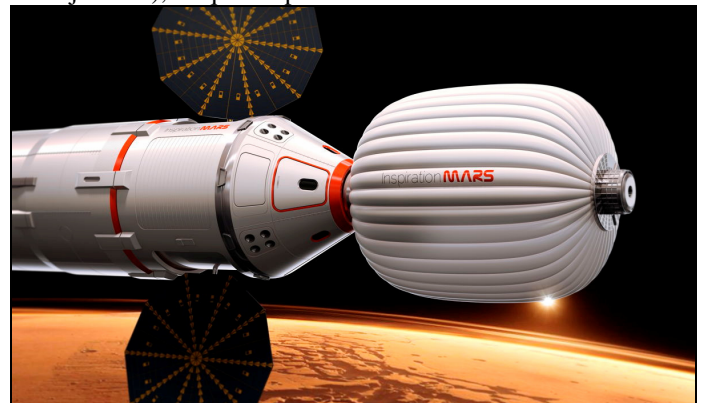
- Dans le sillage de Blériot et Lindbergh p.1
- Simulations martiennes à bord de l'ISS ? p.4
- La vie de l'association p.5
- MSL: résultats encourageants mais annonce précipitée p.6
- Un nouveau type de cavernes découvert sur Mars ? p.7

prochain numéro : juillet 2013...

DANS LE SILLAGE DE BLÉRIOT ET LINDBERGH

L'Américain Dennis Tito, ancien ingénieur de la NASA devenu millionnaire en développant une entreprise de conseil en technologies, est surtout connu comme premier « touriste spatial ». Pour un prix de 20 millions de dollars, et après un entraînement intensif en Russie, il fut en effet le premier humain à avoir obtenu (en 2001) un siège de passager pour une mise en orbite terrestre, se voyant offrir du même coup un séjour à bord de la Station Spatiale Internationale.

En février 2013, ce personnage peu ordinaire, à la fois ingénieur, entrepreneur brillant et rêveur de l'Espace, a de nouveau attiré l'attention en dévoilant un projet pour le moins surprenant : envoyer un équipage humain vers Mars en janvier 2018, c'est-à-dire à l'issue d'un programme de développement de 5 ans seulement, alors même que la NASA n'envisage plus désormais une mission habitée vers la Planète rouge avant 2035 (*essentiellement, il est vrai, pour des raisons budgétaires*). Certes l'équipage, confiné dans un vaisseau de volume réduit (basé sur la capsule Dragon de SpaceX), serait limité à deux astronautes, et sa visite du domaine martien se limiterait à un survol suivi d'un retour vers la Terre, sans mise en orbite ni, a fortiori, de descente sur le sol de la planète. De plus, pour minimiser la masse et les coûts, l'équipement scientifique dédié à Mars serait réduit à sa plus simple expression. La date retenue permet un voyage aller-retour en environ 500 jours, sans nécessiter de manœuvres propulsives (autres que des corrections de trajectoire), ce qui simplifie encore le vaisseau.



La configuration du vaisseau martien : le volume habitable de la capsule Dragon (partie conique) est démultiplié grâce à un module gonflable (à droite) ; à gauche, l'étage propulsif, maintenu lié au module de service (portant les panneaux solaires), servira de bouclier face aux orages solaires éventuels. (doc. Inspiration Mars)

Mais, dans de telles conditions, quel serait l'intérêt du voyage ? Au vu de la moisson de connaissances que permettent déjà les missions d'exploration robotiques, comment justifier un projet dont le retour en matière de science martienne serait pratique-

ment nul ? C'est d'abord sur ce plan que la communauté de l'exploration spatiale a exprimé ses doutes ; les spécialistes considèrent qu'à l'investissement et au risque d'une telle mission doit correspondre un retour scientifique conséquent, tandis que les passionnés redoutent que la faiblesse de ce retour en empêche le financement. Rien de surprenant dans ces réactions, dans la mesure où, à l'exception du programme Apollo - conçu comme une opération de guerre froide - toutes les missions interplanétaires menées jusqu'ici ont été fondées sur des objectifs d'investigation scientifique.

Cependant, en rester à ce point de vue, n'est-ce pas restreindre, au point de la dénaturer, la signification pour l'humanité de son entrée dans l'ère spatiale ? Car, quel que soit le scepticisme que l'on puisse exprimer sur les perspectives à court terme du spatial, il est difficile de ne pas imaginer que l'accès à ce nouveau champ d'activité conduise à des développements déterminants pour notre avenir.

Par ailleurs, à partir du moment où des individus expriment avec conviction leur désir de contribuer dans ce domaine à la poursuite de l'aventure humaine de l'exploration et du dépassement de soi, fût-ce au prix de risques que les agences étatiques sont naturellement contraintes de refuser, à quel titre devrait-on condamner leurs initiatives ? On a pu traiter de fous volants Blériot ou Lindbergh lorsqu'ils s'élancèrent au-dessus des flots ; leurs tentatives éminemment risquées avaient-elles un but scientifique ? Non, mais elles ont pourtant contribué au progrès de l'humanité, en faisant tomber des barrières à la fois techniques et psychologiques : « vous voyez, c'est possible ». Et le rêve des voyages aériens devint une réalité.

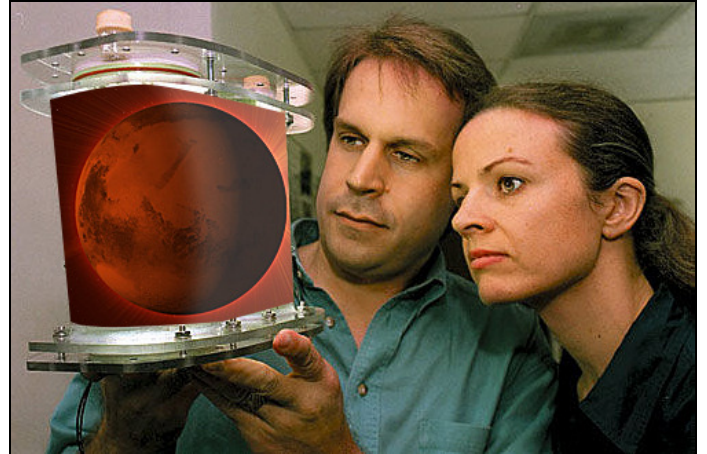
On ne devrait donc pas dénigrer l'initiative de Dennis Tito au prétexte que son projet n'est pas justifié scientifiquement.



L'enthousiasme populaire soulevé par l'exploit insensé de Blériot est bien dépeint dans cette image, parue dans « Le Petit Journal ».

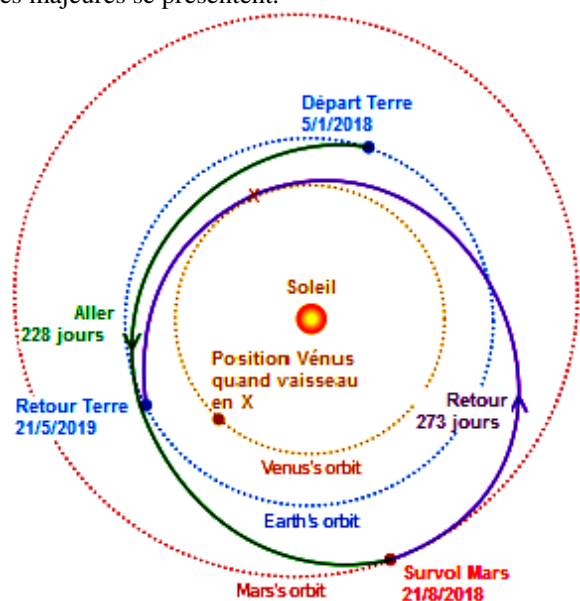
D'autant plus, d'ailleurs, que l'expédition devrait contribuer à l'avancée dans les domaines du contrôle de l'environnement vital et des effets des voyages interplanétaires de longue durée, domaines cruciaux non seulement pour la préparation des futures missions institutionnelles, mais aussi du fait de leurs retombées pratiques, particulièrement en techniques de gestion de l'environnement et en médecine.

Cela étant, l'appréciation du caractère potentiellement « historique » du projet n'empêche pas de considérer avec inquiétude l'ampleur des défis de différentes natures qu'il présente, indépendamment même du niveau de risque prévisible pour les aventuriers (il y a déjà des volontaires !).



Taber McCallum et Jane Poynter, cofondateurs de l'entreprise Paragon Space Development, spécialisée dans les systèmes d'environnement vital des vaisseaux spatiaux et impliquée dans le projet, se sont déclarés candidats à l'aventure ! (DR)

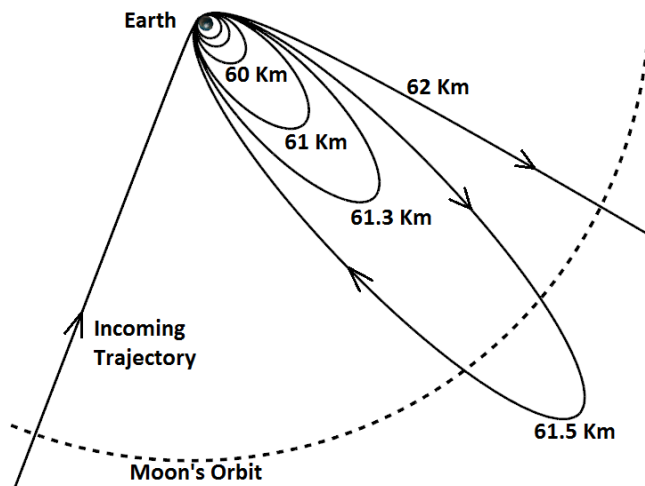
Au plan technique, si Dennis Tito peut s'appuyer sur le lanceur Falcon9 Heavy et sur la version habitée de la capsule Dragon de SpaceX, ainsi que sur la technologie des modules d'habitation gonflables développés par Bigelow (un autre milliardaire, voué à l'éclosion du tourisme spatial), deux difficultés majeures se présentent.



Segments Aller (en vert) et Retour (en mauve) de la trajectoire que devraient suivre les premiers voyageurs du système solaire.

(doc. Inspiration Mars)

La première résulte du fait qu'à l'issue de ce voyage sur la trajectoire de « libre retour », la vitesse de pénétration dans l'atmosphère terrestre serait nettement supérieure à celle rencontrée lors du retour des capsules Apollo. Il pourrait en résulter un facteur de charge plus élevé pour l'équipage, sauf à sophistication le mode de rentrée, et des conditions thermiques bien plus sévères, nécessitant la présence d'un bouclier plus épais. A priori, les solutions sont connues et rien ne permet de penser qu'on se heurterait à d'insurmontables difficultés. Par contre, c'est un « domaine de vol » jamais expérimenté, et il est difficile d'imaginer de se lancer dans l'aventure sans avoir qualifié la rentrée par un vol expérimental préalable, ce qui va contraindre un planning déjà extrêmement tendu.



Pour réduire le facteur de charge et la charge thermique lors de la rentrée terrestre, on pourrait dans un premier temps se limiter à l'aérocapture du vaisseau. L'allongement de l'orbite obtenue dépendra de l'altitude du périgée visée, comme le montre ce schéma.

(doc. Inspiration Mars)

Mais la difficulté principale, au demeurant bien identifiée par Tito, réside ailleurs, dans le développement et la qualification en fiabilité longue durée du système complexe de gestion de l'environnement vital des astronautes et de leurs consommables (air, eau, aliments, vêtements, produits d'hygiène, médicaments...). C'est une technologie qui fait l'objet depuis de nombreuses années d'intenses efforts de recherche et développement et, là aussi, les solutions à appliquer sont largement identifiées. Mais il s'agit d'un système extrêmement complexe, dont les différentes composantes sont fonctionnellement imbriquées et dont on va vouloir, pour des raisons évidentes, qu'il soit néanmoins facilement réparable « avec les moyens du bord », la Terre ne pouvant aider que par des conseils... Nombreux sont les spécialistes qui doutent qu'un tel appareillage puisse être réalisé et ait pu démontrer sa fiabilité en 5 ans. D'autant plus que l'exigence primordiale de réparabilité impose une nouvelle discipline de conception. L'investissement total d'un industriel spécialisé et le soutien de l'expérience de la NASA sont des conditions indispensables au succès.

Sur le plan financier, l'enjeu n'est pas moindre. Même si, du fait de la simplification extrême de l'expédition et du recours à des moyens « commerciaux » réputés « low cost », il est permis d'évaluer le coût du programme de 1,5 à 2,5 milliards de dollars, cela reste un montant considérable dans l'hypothèse

d'un financement purement privé. Or, si l'on peut imaginer un soutien de la NASA en termes de communication de données et de conseils concernant particulièrement les deux écueils techniques cités ci-dessus, il est peu probable de voir une agence étatique s'associer officiellement à une aventure dont les promoteurs eux-mêmes reconnaissent le niveau de risque élevé. Dennis Tito a bien annoncé qu'il s'engageait à financer les deux premières années du programme, mais cela suffira-t-il à encourager d'autres sponsors à le suivre ? Il est encore trop tôt pour le dire, mais ce n'est pas exclu.



On connaît les déclarations d'Elon Musk, le brillant créateur de SpaceX, en faveur de l'arrivée de l'Homme sur Mars. Le projet a absolument besoin de son lanceur Falcon9 Heavy, seul capable d'offrir les performances et les coûts requis... Un autre défi ! (DR)

Naturellement, il serait préférable de voir les agences appuyer le projet, au moins en le valorisant par la fourniture d'expériences scientifiques actuellement exclues. Mais même telle quelle, l'initiative de Dennis Tito, indépendamment de l'appréciation que l'on peut avoir de sa crédibilité technique, calendaire et financière, est vraiment digne d'intérêt et mérite d'être soutenue. En effet, outre l'apport concret que son aboutissement aurait en matière d'expérience des voyages interplanétaires, elle promet d'avoir un impact considérable sur l'opinion, qui sera passionnée par l'aventure périlleuse et extraordinaire de ces explorateurs héroïques. Et par voie de conséquence les États se verront en quelque sorte contraints à réviser leur attitude frileuse et conservatrice en matière de développement spatial et d'appréciation des risques nécessairement associés.

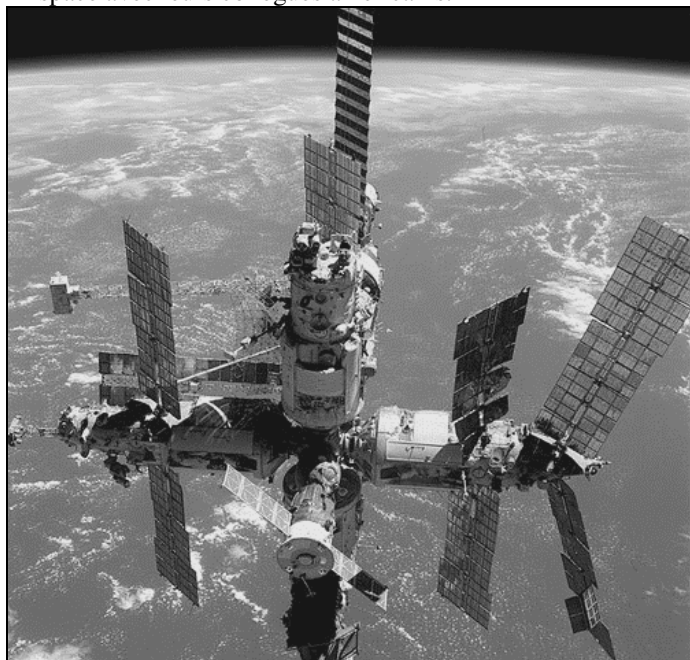
L'année 2013 devrait être décisive, vu que la date de lancement, liée à un positionnement exceptionnellement favorable des planètes, ne peut être reculée. L'étude de faisabilité diffusée à l'occasion de la présentation du projet est jugée sérieuse par les professionnels, ce qui devrait donner confiance aux sponsors potentiels. Mais cette approche solide n'atténue en rien les difficultés signalées, dont l'équipe devra rapidement démontrer sa capacité à les maîtriser.

Richard Heidmann

Cet article est extrait de l'ouvrage « EMBARQUEMENT POUR MARS, 20 défis à relever », coordonné par J.F. Pellerin, préfacé par l'astronaute Thomas Pesquet, et rédigé en coauteurs par les douze administrateurs de PLANÈTE MARS ; ouvrage à paraître fin mai 2013 ; texte reproduit avec l'aimable autorisation des éditions A2C Médias.

SIMULATIONS MARTIENNES À BORD DE L'ISS ?

Grande comme un terrain de football d'environ 110 mètres de long sur 75 mètres de largeur et offrant un volume habitable de près de 1.000 m³, la station spatiale internationale (développée et exploitée en partenariat avec 16 nations) est habitée en permanence par six astronautes et pourrait présenter un intérêt pour réaliser des simulations martiennes. Les Russes, après avoir effectué des vols spatiaux de très longue durée à bord de leur station spatiale Mir (qui précéda ISS) avec des missions de 311, 326, 366, 375 et 438 jours, souhaitent reprendre prochainement des missions spatiales record d'un an et plus dans l'Espace avec leurs collègues américains.



La station Mir, à bord de laquelle les Russes ont acquis une précieuse expérience des missions de longue durée. (DR)

C'est ainsi que depuis le début de l'année 2013 deux astronautes vétérans, le Russe Mikhaïl Kornienko et l'Américain Scott Kelly, viennent de commencer un entraînement pour résider à bord de l'ISS de l'été 2015 à l'été 2016. Les données médicales de ce vol - selon la NASA - serviront à préparer de futures missions vers la Lune, les astéroïdes ou Mars. Ces deux hommes possèdent déjà une solide expérience et ont acquis à eux deux un an de vol cumulé dans l'Espace, et lors de leur future mission de 365 jours sur orbite d'une traite, il se sera écoulé pas moins de 20 ans depuis le dernier record de Valeri Poliakov (438 jours en 1994-1995 à bord de Mir). Nous savons dorénavant que les budgets en cours et à venir des agences spatiales permettront une exploitation de la station spatiale jusqu'en 2020 et certains pensent et étudient déjà la prolongation possible jusqu'en 2028. Les médecins ne manqueront pas de profiter de cette occasion unique que représente cette infrastructure offrant de l'impesanteur en continu pour tenter d'autres vols d'un an puis de faire un vol de 500 jours comme la mission Mars500 de 520 jours réalisée en simulation en laboratoire au sol à Moscou (2010-2011). Une simulation de 365 jours d'un équipage russe confiné dans un laboratoire au

sol s'était déroulée avec succès en 1968 et il avait fallu attendre 20 ans pour le faire dans l'Espace (Titov-Manarov, 366 jours à bord de Mir en 1987-1988), il faut alors espérer qu'il se passera beaucoup moins de temps entre Mars500 et les 500 jours réalisés dans l'Espace ! Ne possédant pas d'informations médicales d'un séjour de 500 jours en pesanteur martienne (0,38 g), cette expérience en Zéro g pourrait selon certains, être jugée essentielle.



Le cosmonaute Krikalev à bord de l'ISS. (doc. NASA)

Un scénario martien à bord d'ISS à la « Valeri Ryoumine » ? Mais avons-nous vraiment besoin de pousser aussi loin les vols de longue durée en impesanteur alors qu'en 1988, déjà, au retour d'un équipage qui venait d'effectuer avec succès le tout premier vol de 365 jours dans l'Espace, le Docteur Comet, médecin des cosmonautes français puis européens (au CNES et ensuite à l'ESA) expliquait lors d'une interview donnée aux médias que nous possédions à l'époque assez de données médicales pour envisager des vols dans l'Espace de 18 à 24 mois sans dommages majeurs. En extrapolant à partir des données acquises, et les méthodes de prophylaxie et de contre-mesures pour lutter contre les effets néfastes de l'impesanteur ayant étant efficaces, l'homme était à même de supporter un séjour de 24 mois dans ces conditions, restait simplement à résoudre l'aspect psychologique et le confinement dans un vaisseau ! Certains médecins pensent qu'il faut réaliser une simulation de type Mars500 en impesanteur à bord d'ISS, mais il est indéniable que le séjour de 500 jours sur le sol de Mars à 0,38 g sera beaucoup moins pénalisant. En Zéro g par contre il reste un aspect mal connu, la perte régulière de la masse des os du squelette, et notamment ceux porteurs du bas du corps de l'astronaute. En pesanteur réduite sur Mars, comment vont se reconstruire les os en cas de fracture d'une jambe à la suite d'une chute ? Avec un plâtre sera-t-il possible de voir se resoudre un tibia ou un fémur et à quelle vitesse ?

Il est à noter bien sûr que, dans les différents scénarii de vols martiens à l'étude, il sera privilégié un voyage Terre-Mars et retour à bord d'un vaisseau d'habitation mis en rotation pour recréer une pesanteur artificielle. Cela n'exclut pas bien évidemment de devoir valider avec un équipage la durée correspondante en 0 g car on peut toujours imaginer qu'un incident puisse venir empêcher la mise en rotation créant cette pesanteur artificielle.

Question simulation, par le passé nous avons eu une expérience inédite et proche d'un vol simulé martien. Le cosmonaute russe

Ryoumine a effectué un vol de 175 jours en 1979 à bord de la station Saliout 6, de février à août (6 mois comme un trajet Terre-Mars), au sol suite à une défection d'un équipier d'un autre équipage il remplace un astronaute, s'entraîne pendant 233 jours sur Terre (soit 8 mois comme si il avait séjourné sur Mars), puis il redécolla pour 185 jours en impesanteur d'avril à octobre 1980 à bord de Saliout 6 (soit 6 mois comme un voyage Mars-Terre).



Le cosmonaute russe Valeri Ryoumine, vétéran des vols de longue durée, ici avant un envol à bord de la Navette spatiale. (doc. NASA)

Il y aura un bémol dans l'expérience, au retour sur Terre, Ryoumine totalise 362 jours (et pourquoi pas 365 jours, il y aurait eu un symbole !) de mission cumulée avec un vol de 1977. Et avec 185 jours pour son vol de 1980 il n'homologuera pas ce record par rapport à son vol de 175 jours (il faut 10% de plus par rapport au précédent), pourquoi n'est-il pas resté 8 jours de plus pour parachever l'expérience ? 30 ans après n'est-il pas venu le temps de renouveler un scénario « **Ryoumine** » à bord d'ISS, et en plus long, et si possible avec un équipage complet, ce serait plus pertinent !

Jean-François Pellerin

Cet article est extrait de l'ouvrage « EMBARQUEMENT POUR MARS, 20 défis à relever », coordonné par l'auteur, préfacé par l'astronaute Thomas Pesquet, et rédigé en coauteurs par les douze administrateurs de PLANÈTE MARS ; ouvrage à paraître fin mai 2013 ; texte reproduit avec l'aimable autorisation des éditions A2C Médias.

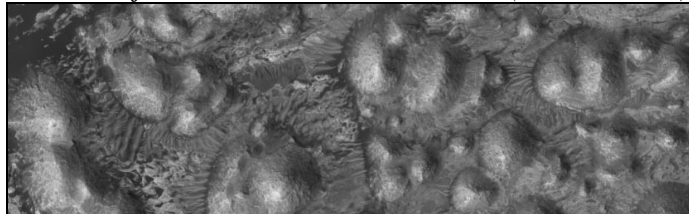
LA VIE DE L'ASSOCIATION

Alain Souchier a présenté « l'Exploration de Mars » à Snecma Vernon le 19 décembre et aux membres de l'association scientifique de la Poste et de France Télécom à Paris le 18 mars. **Richard Heidmann** a participé le 30 janvier à la soutenance de projet des étudiants de l'École Centrale de Lille, projet visant la démonstration de la création d'une gravité artificielle par rotation sur une maquette, lors d'un vol de l'Airbus zéro G. Un workshop préparatoire était organisé par le CNES le 28.2. L'opération de simulation Mars2013, organisée par nos amis du forum spatial autrichien ÖWF, s'est déroulée au Maroc dans la région d'Erfoud en février. **Alain Souchier** a participé à la 1^{ère} semaine pour la mise en route des expériences, en

l'occurrence, pour l'association, le Véhicule de Reconnaissance de Paroi (VRP). **Stephan Gérard** a assuré, pendant les deux premières semaines, des fonctions dans l'équipe d'acquisition des données scientifiques dans le centre de support de mission à Innsbruck. Les opérations y étaient suivies avec un décalage de 10 mn simulant le délai de transmission Terre Mars. C'est aussi ce centre qui établissait le programme de l'équipe de terrain. Parmi les expériences on notait aussi l'étude de l'accessibilité de différents types de terrains par des quads (expérience SREC) proposée par **Jean-Marc Salotti**.



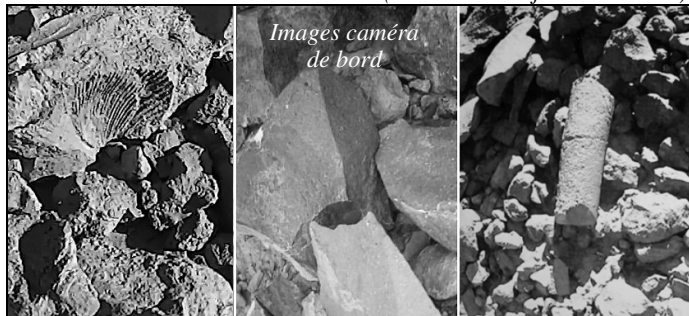
Le Kess Kess près d'Erfoud est marqué par ces volcans de boue sous-marins fossiles de 400 millions d'années. (doc. A. Souchier)



Mars semble présenter des structures analogues. (doc. NASA)



Essai du VRP par un opérateur en scaphandre Aouda de l'ÖWF lors de Mars2013. (doc. ÖWF/Katja Zanella-Kux)



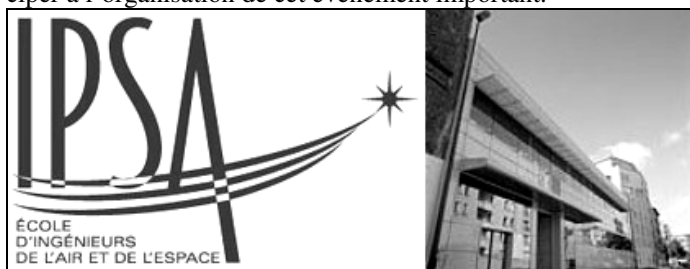
Découverte de fossiles, de roches bleues, de grottes, le VRP a démontré son potentiel d'exploration du terrain. (docs. A. Souchier)





Les expériences de Mars 2013 : le scaphandre Aouda (Autriche), les rovers Magma (Pologne) et Puli (Hongrie), l'habitat de secours (Autriche), la station Hunveyor (Hongrie), la détection de méthane (Royaume-Uni), l'accessibilité des terrains en quads (France), la planification et la gestion des données, à distance et avec retard (Autriche). 17 expériences et 23 pays. (docs. A. Souchier/ÖWF)

Le 19 février et le 2 avril, **Richard Heidmann** et **Alain Souchier** ont participé à des réunions à l'**IPSA** à Ivry, pour préparer le congrès de la Mars Society en Europe, prévu du 25 au 27 octobre prochain. Nous recherchons des volontaires pour participer à l'organisation de cet événement important.



Le congrès EMC13 se tiendra à l'IPSA, à Ivry-sur-Seine, à proximité immédiate de la station RER du même nom. (doc. IPSA)

Elisa Cliquet (CNES) et **Nicolas Bérend** (ONERA) ont présenté « Le voyage rapide vers Mars : un rêve accessible ? » le 20 février à Paris, au groupe Aéronautique Espace des centraliens de Lille.

En ce premier trimestre de 2012, sous la coordination de **Jean François Pellerin**, ont été finalisés les différents chapitres du livre « Embarquement pour Mars : 20 défis à relever ». Les différents rédacteurs en sont **Didier Bailleau**, **Pierre Brisson**, **Elisa Cliquet-Moreno**, **Charles Frankel**, **François Giammattei**, **Richard Heidmann**, **Cécile Lambert**, **Dominique Ledevin**, **Meryll Martin**, **Yves Monier**, **Jean-François Pellerin**, **Jean-Marc Salotti**, **Boris Segret** et **Alain Souchier**. La parution est prévue en mai.



Les 1^{ère} et 4^{ème} de couverture du livre seront conçues sur la base de cette illustration de Manchu montrant un paysage martien lors d'une tempête de poussière. (doc. APM/Manchu)

Le 16 mars l'Assemblée Générale de l'association s'est tenue à

la Maison des associations du 14^{ème} à Paris. **Pierre Brisson**, **Richard Heidmann** et **Jean-François Pellerin** ont été réélus au conseil. **Yves Monier** y fait également son entrée. **Didier Bailleau** ne s'est pas représenté. Le conseil le remercie pour toutes ces années d'activité en son sein. Après l'AG, **Alain Souchier** a présenté la simulation marocaine Mars2013.

Le 26 mars **Pierre Brisson**, au nom d'APM et de Mars Society Switzerland, a organisé la conférence « Dernières nouvelles de Mars » avec le professeur Michel Cabane, co-responsable de l'expérience SAM sur Curiosity, à La Chaux-de-Fonds.

Du 10 au 23.2, Audrey Bruneau, élève de l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique, où enseigne **Jean-Marc Salotti**, était membre de l'équipage EuroMoonMars MDRS 124, dans l'habitat de simulation de la Mars Society dans l'Utah.

Du 6 au 8 mai, **Richard Heidmann** participera au congrès « Des hommes vers Mars » à Washington. De nombreuses personnalités interviendront lors de ce congrès organisé par « ExploreMars », qui sera ouvert par l'administrateur de la NASA, Charles Bolden, sur le thème « Pourquoi Mars ». **Alain Souchier** se rendra du 24 au 26 mai au workshop sur les résultats de la simulation Mars 2013 à Vienne. L'association sera aussi présente à la manifestation « SpaceUp », les 25 et 26 mai, au siège de l'ESA à Paris.

Alain Souchier

MSL: RÉSULTATS ENCOURAGEANTS MAIS ANNONCE PRÉCIPITÉE

À la recherche de conditions d'habitabilité sur Mars, Curiosity procède le 8 février à son premier carottage, de 1,6 cm de diamètre et 6,4 cm de profondeur, sur une roche sédimentaire de la région « Yellow Knife Bay », dans le cratère Gale. Cet échantillonnage montre une couleur gris verdâtre témoignant d'une moindre oxydation que celle de la partie superficielle du sol martien, dont la teinte « rouge » a donné son surnom à la planète.

La NASA prépare précautionneusement les échantillons pulvérulents et démarre les 22 et 23 février les premières analyses par l'appareil SAM (Sample Analysis at Mars) de l'échantillon de roche récupéré (nous avons présenté ce dispositif dans le bulletin N° 50 de janvier 2012). Mais le 28 février survient un « bug » dans la mémoire vive de l'ordinateur A, compromettant la disponibilité des premiers résultats d'analyse. Cet incident durera jusqu'au 4 mars, via le passage en mode dégradé sur l'ordinateur B et une récupération très lente des données.

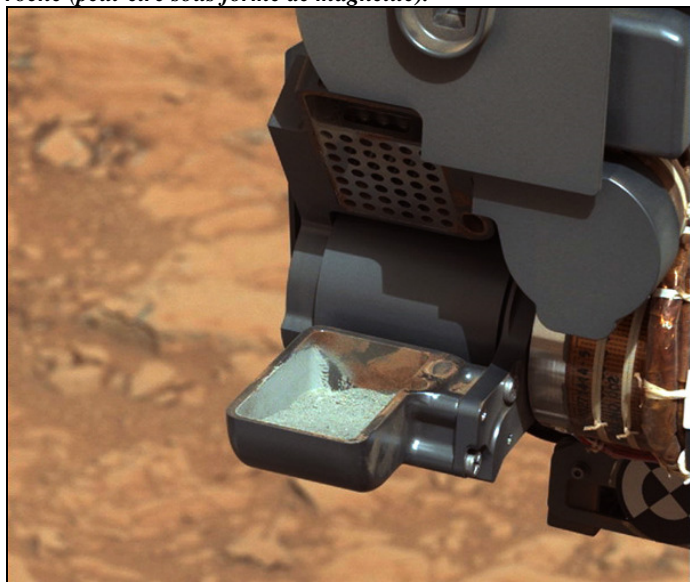
Finalement le 12 mars la NASA fait une annonce plutôt « racoleuse » : « *Curiosity rover shows ancient Mars could have supported living microbes* » : *Mars aurait pu héberger des microbes vivants*. Habitabilité sans doute vraisemblable. Mais le communiqué de presse n'en dit guère plus. Il évoque en trois mots une « énergie chimique pour des conditions favorables, pas trop oxydantes, acides ou très salées » et indique une composition argileuse d'au moins 20%, présentant des variations « oxydée, moins oxydée, et non oxydée ». Enfin, il est noté une « composition impressionnante », mais seuls sulfates et sulfites sont mentionnés par Paul Mahaffy, Principal Investigator de SAM. Tout cela reste peu précis et nous laisse sur notre faim.

Plusieurs semaines d'investigations dans cette zone et d'analyse des résultats seront nécessaires ; espérons que la NASA sera à l'avenir moins « racoleuse » et plus disert en ce qui concerne les éléments tangibles soutenant cette annonce, en particulier les résultats d'analyses de composés organiques in situ potentiels, que nous attendons tous avec impatience.

Yves Monier



Le premier forage de Curiosity (diamètre : 1,6 cm). La poudre grise produite dénote la présence de fer moins oxydé à l'intérieur de la roche (peut-être sous forme de magnétite).



Un échantillon de roche pulvérisée par la foreuse a été transféré dans l'écope du rover. Il sera ensuite tamisé, avant d'alimenter l'instrument CheMin d'analyse chimique et minéralogique.

(docs. NASA/JPL-Caltech/Cornell/MSSS)

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Richard Heidmann, Yves Monier, Jean-François Pellerin, Alain Souchier.

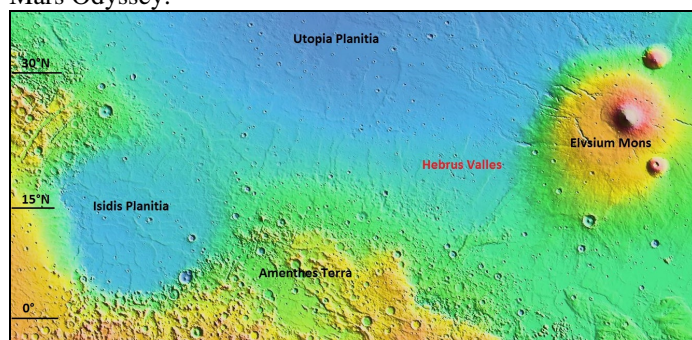
Achévé d'imprimer : QuadriCopie, 27200-Vernon.

Dépôt légal : avril 2013

UN NOUVEAU TYPE DE CAVERNES DÉCOUVERT SUR MARS ?

Les satellites orbitant autour de Mars nous avaient déjà fait rêver sur les tubes de lave et les gouffres dans les terrains volcaniques. Une étude de J.A.P. Rodriguez (Planetary Science Institute, Tucson, Az) et al., parue dans *Geophysical Research Letters* (VOL. 39, L22201, doi:10.1029/2012GL053225, 2012) nous fait découvrir la possibilité de nouvelles structures souterraines qui seront passionnantes à explorer.

Le site étudié se trouve dans les Basses Terres du Nord, par 19° de latitude Nord, entre les Hautes Terres du Sud et Elysium Mons (au Sud-ouest de ce massif volcanique). Les données proviennent de la caméra CTX de MRO et du THEMIS de Mars Odyssey.



Situation de Hebrus Valles, sur la carte altimétrique MOLA.

(doc. NASA/MOLA sc.Team)

A partir des satellites, on perçoit nettement des vallées qui partent de deux points relativement élevés et se terminent dans un réseau de fossés, en bas du massif du volcan Elysium. A cet endroit le sol est typiquement celui des Basses Terres du Nord, composé de débris alluvionnaires indifférenciés. Il est très peu cratérisé et relativement lisse. Outre ces vallées, on peut remarquer des boursouflures de terrain.

On pense que ces « boursouflures » résultent d'un volcanisme de boue, comme en d'autres endroits des Basses Terres du Nord, sur le pourtour de la dichotomie de la croûte, et notamment au Sud d'Acidalia Planitia. Ceci n'est pas surprenant si l'on pense, comme beaucoup de planétologues aujourd'hui, que les basses terres du Nord ont été, depuis la fin du Noachien, périodiquement recouvertes d'alluvions des Hautes Terres du Sud, entraînés par des flux cataclysmiques causés par des mouvements tectoniques et par le volcanisme.

En examinant de plus près les vallées on s'aperçoit que leur fond présente des ruptures de pente, des rétrécissements, des arrêts nets (preuves de modification brusque des volumes charriés) dont la meilleure explication est la disparition en sous-sol des fluides qui empruntaient ces chenaux. Hebrus Valles résulterait donc de flux qui se sont produits en surface d'un terrain ayant connu une histoire plus complexe ayant permis la création de cavernes.

Voilà ce qui a pu se passer.

Hypothèse 1

La mise sous pression continue d'un aquifère souterrain aurait produit des fractures dans un permafrost sus-jacent qui aurait provoqué un volcanisme de boue. La réserve d'eau ainsi que les conduits d'eau qu'elle aurait forcés au travers du permafrost

se seraient vidés progressivement. Une intrusion magmatique dans le permafrost aurait ensuite provoqué un dégel avec libération d'une masse d'eau abondante qui serait parvenue en surface et aurait coulé selon la pente pour produire les flux cataclysmiques de Hebrus Valles, dont on voit aujourd'hui la trace. L'eau aurait été capturée dans les cavernes creusées précédemment, puis les fluides se seraient asséchés ou évaporés.

Hypothèse 2

Des dykes⁽²⁾ auraient pénétré un permafrost riche en glace d'eau (pas d'aquifère comme dans la première hypothèse). Les dykes auraient généré de l'hydrothermalisme dont certaines manifestations auraient atteint la surface et se seraient exprimées dans un volcanisme de boue. Comme la température des systèmes hydrothermaux aurait baissé et que l'eau se serait évaporée, le niveau de l'eau aurait baissé et aurait libéré les conduits. L'eau dans ceux des conduits qui n'ont pas été jusqu'au sol, aurait gelé. Une intrusion magmatique nouvelle aurait fait fondre la cryosphère et produit des flux cataclysmiques qui auraient creusé les vallées de Hebrus Valles. Ces flux auraient été absorbés par les anciens conduits. Ils se seraient ensuite asséchés ou évaporés.

Dans les deux hypothèses, il a dû y avoir création de conduits au travers du permafrost ; vidange de ces conduits ; création de cavités plus larges ; flux d'eau en surface et large absorption de ces flux dans les cavernes du sous-sol ; disparition de l'eau dans ces cavernes.

Ces mouvements de fluides ont donc dû libérer des espaces souterrains importants. C'est la meilleure explication possible pour la physionomie particulière des chenaux de Hebrus Valles. Compte tenu de ce que la gravité martienne n'est que de 0,38 g et de ce que la densité des sédiments des plaines du Nord est faible ($\sim 1 \text{ g/cm}^3$), les auteurs de l'étude estiment que les cavernes martiennes pourraient résister à la pression jusqu'à 5 km de profondeur (contre environ 2 km sur Terre) et que leurs voûtes pourraient être 60% plus larges que sur Terre (la largeur stable maximum d'une caverne augmente en proportion inverse de la racine carrée de l'accélération gravitationnelle). A noter que le permafrost aux températures moyennes de Mars (aux environs de -60°C) devrait avoir les caractéristiques mécaniques du calcaire. A noter également qu'il est très peu plausible que la roche soit constituée de calcaire, qui n'a pu se former que pendant la phase humide et chaude sous atmosphère épaisse de l'histoire de la planète, soit pendant le phyllosien, au début du Noachien, avant - 4 milliards d'années. Le calcaire, s'il existe, se trouve à plusieurs km de profondeur au dessus du socle primitif des Basses Terres du Nord et sous l'essentiel des alluvions dans lesquels les cavernes se sont formées.

On peut donc imaginer, dans le futur proche, aller chercher une entrée de ces cavernes et y pénétrer soit avec des robots seuls, soit, encore mieux, avec des robots guidés sur place par des hommes. Ces milieux étant autrefois très humides et, depuis toujours, à l'abri des rayonnements solaires et galactiques, doivent présenter un intérêt très grand pour la recherche de traces d'une vie passée ou d'une activité pré biotique.

Hebrus Valles est un des sites qu'il convient absolument d'aller visiter, très vite. Au-delà, après avoir étudié les éventuels processus de vie locaux et vérifié la sécurité structurelle des ca-

vernes, on pourrait les choisir comme abri pour une base permanente. On recommencerait ainsi sur un nouveau monde, dans un milieu comparable mais selon d'autres modalités, un cycle de civilisation commencé il y a plusieurs dizaines de millénaires sur notre propre planète.

Pierre Brisson

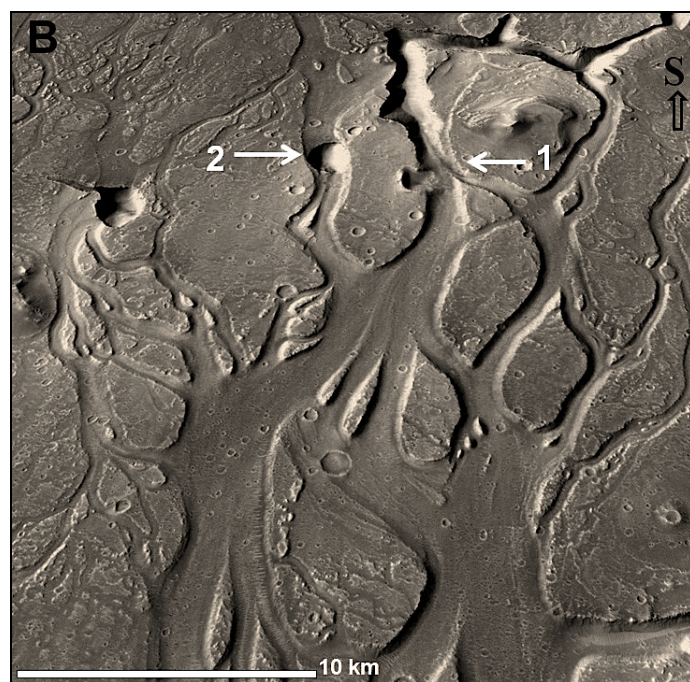
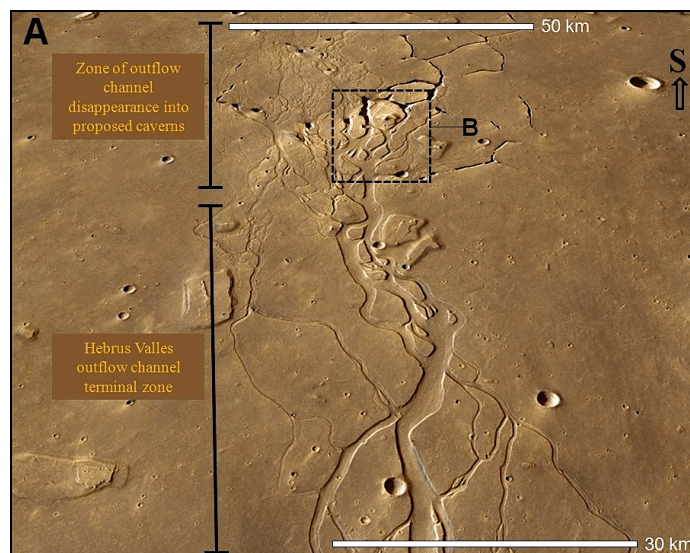


Photo prise par la caméra CTX à bord du satellite MRO. Indépendamment des cratères, on peut distinguer des protubérances qui sont très probablement des volcans de boue. Par ailleurs, en « B », en haut (flèche 2), les gouffres indiquent la disparition brutale d'écoulement d'eau dans le sous-sol. Un peu plus sur la droite (flèche 1), on voit une rupture de pente brutale au fond d'un chenal.

En A, à droite et au dessus de l'encart « B » on perçoit nettement des cheminements d'eau mi-enterrés. Il y a eu dans certains cas effondrement de voûtes de ces cheminements.

L'eau a coulé en surface, dans le sous-sol immédiat et certainement plus profondément dans les espaces vides (cavernes) laissés par le volcanisme de boue antérieur.

(doc. NASA/JPL-Caltech/MSSS/PSI)

(2) Dyke : lame épaisse de quelques dizaines ou centaines de mètres de roche magmatique recoupant les structures du terrain dans lequel celle-ci a fait intrusion.