



PLANÈTE MARS



Numéro 64 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com

juillet 15

ISSN 1772-0370

ÉDITO : LA LUNE ET MARS

Lors du congrès Humans to Mars du 5 mai, l'administrateur de la NASA a déclaré qu'on n'avait jamais été aussi près de nous rendre sur Mars, ce qui ne peut pas être faux... Mais il a été plus précis dans l'expression de la faisabilité et des motivations : « Le voyage vers Mars est réel, il est atteignable et d'importance pour l'humanité et pour la poursuite du progrès de l'humanité », en insistant sur la recherche des origines de la vie. Pour lui la NASA est en ligne avec le but fixé par le président Obama cinq ans plus tôt : envoyer des hommes en orbite autour Mars dans le milieu de la décennie 2030, suivi plus tard d'un atterrissage. Il a précisé que le plan NASA pour se rendre sur Mars était abordable et permettrait de mettre des bottes américaines (sic*) sur le sol martien dans les années 2030, affirmation est plus précise que l'annonce Obama de 2010.

La feuille de route NASA prévoit, dans ses étapes intermédiaires, des missions humaines dans le voisinage lunaire (en particulier la mission d'examen d'astéroïde) mais pas de retour sur la Lune.

Le nouveau directeur de l'ESA a évoqué une base sur la face cachée de la Lune, mais l'Europe n'a pas les moyens de s'engager seule dans un tel programme. De leur côté les Chinois visent la Lune, à la fois parce que celle-ci a une importance particulière dans leur imaginaire et parce que les missions sont plus faciles à y conduire que sur Mars. Quelle sera la réaction des Américains si des Chinois sont sur la Lune avant 2030 ? Décideront-ils d'y retourner pour démontrer leur capacité ? Sera-ce de nature à accélérer ou retarder la première mission humaine vers Mars ? L'important est que la définition des matériels de l'aéronautique d'exploration humaine du système solaire réponde aux besoins de la mission martienne, qui est dimensionnante, et de définir ensuite les missions de qualification. C'est ce qui avait été fait dans les années 60 avec le matériel Apollo, qui visait la Lune et était passé par des étapes probatoires de vols autour de la Terre ou de la Lune. C'est ce qui est visé aussi dans les premières missions habitées Orion, avec l'examen de fragments d'astéroïdes dans le domaine circumlunaire, mission que les objectifs scientifiques ne justifient pas entièrement. Il va falloir préciser les missions de qualification des éléments clés des missions martiennes : l'habitat de transfert, les systèmes d'entrée et atterrissage des charges lourdes, la production d'ergols in situ, le véhicule de remontée, et bien d'autres éléments encore... **

Alain Souchier, président de l'Association Planète Mars

Dans ce numéro :

- | | |
|--|-----|
| -InSight, enfin ! | p.1 |
| -La vie de l'association | p.3 |
| -Rapport IAA sur l'exploration humaine de Mars | p.4 |
| -Colonie martienne : un « business » ? | p.5 |
| -Portrait d'un cratère récent | p.8 |

prochain numéro : octobre 2015 ...

INSIGHT, LA NOUVELLE MISSION D'EXPLORATION DE LA NASA

La NASA va lancer une nouvelle mission vers Mars. Elle a été nommée « InSighT », pour « Interior exploration using Seismic investigation, geodesy and heat Transport ». Comme ce nom l'indique son objet est l'étude de l'intérieur de la planète, ce qui complétera, dans une « troisième dimension », les connaissances déjà acquises sur la surface et l'atmosphère.

La décision a été prise le 20 août 2012 ; le lancement sera effectué dans la fenêtre de tir ouverte du 4 au 30 mars 2016 ; la sonde se posera sur Mars le 20 septembre 2016 (voyage de six mois) et commencera à produire des données scientifiques dès octobre 2016. La mission durera jusqu'au 20 septembre 2018, soit un peu plus d'une année martienne (720 jours ou 700 sols). Elle s'insère dans le « Discovery Program » comme précédemment la mission Pathfinder (1996). Ce programme est destiné aux missions scientifiques d'exploration de l'espace profond, non spécifiquement martiennes (choisi pour utiliser au mieux les possibilités de financement ?) et à faible budget, moins de 425 millions de dollars (à comparer aux 2,5 milliards de Curiosity). Sous la direction de la NASA, l'équipe scientifique est internationale (comme toujours dans ces missions). Elle comprend des chercheurs des États-Unis, de France, d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, du Canada, du Japon, de Suisse, d'Espagne et du Royaume Uni.



InSIGHT en cours d'intégration chez Lockheed-Martin.

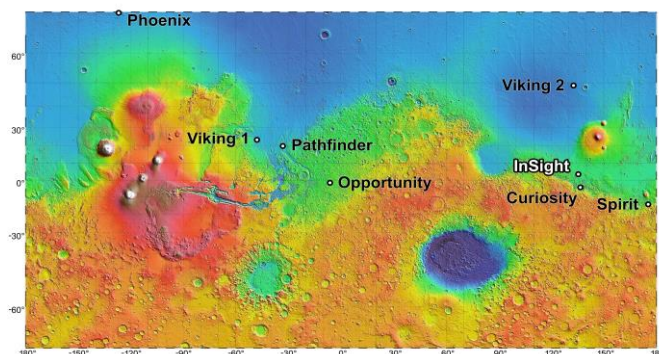
(doc. JPL-Caltech-Lockheed-Martin)

Sur le plan astronautique elle ne pose pas de nouveaux problèmes car ce sera une répétition de la Mission Phoenix (2007-2008). Le lanceur sera une Atlas 5 de la société ULA (54 lancements déjà effectués, dont un seul échec et, encore, partiel !); même atterrisseur, même masse au sol de 350 kg (contre 899 kg pour Curiosity). Le site choisi dans Elysium Planitia (grandes plaines du Nord) se situe à environ 4° de l'équateur, entre le massif volcanique d'Elysium et le cratère

* Mais C. Bolden évoque aussi la coopération internationale.

** cf. l'article de J.M. Salotti, p.4.

Gale. Il offre les conditions idéales pour se poser : un terrain plat, lisse et sans rochers (la qualité de l'interface des instruments avec le sol est capitale).



InSight -si tout va bien !- sera la 8^{ème} sonde à s'être posée avec succès sur Mars. (doc. NASA)

Indépendamment de la mauvaise surprise d'un gros caillou ou de la pente trop forte d'un mini cratère, la mission est par contre délicate du fait de ses objectifs et des instruments embarqués pour les atteindre. Il s'agit de : (1) déterminer la taille, la composition, l'état physique (solide/liquide) du noyau de la planète; (2) déterminer l'épaisseur et la structure de sa croûte; (3) déterminer la composition et la structure de son manteau; (4) déterminer l'état thermique de son intérieur; (5) mesurer la magnitude, la fréquence et la localisation géographique de l'activité sismique interne; (6) mesurer la fréquence des impacts météoritiques à sa surface.

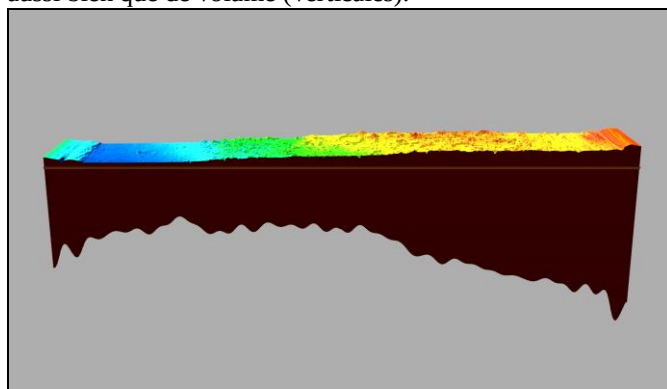
De quels instruments s'agit-il ? Outre les « yeux » de deux caméras, il y aura un sismomètre (« SEIS »), une sonde qui doit pénétrer dans le sol (HP³) et un instrument utilisant l'effet Doppler (« RISE »).



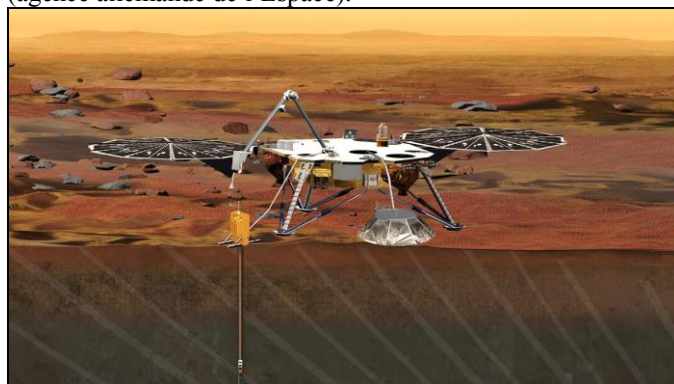
Maquette du sismomètre SEIS, fourni par la France. (doc. CNES)

L'instrument principal est le **SEIS** (pour « Seismic Experiment for Interior Structure »). Ce sismomètre a été conçu et réalisé par le CNES avec des éléments d'Allemagne, de Suisse et des États-Unis. Le PI (Investigateur Principal) en est Philippe Lognonné (Institut de Physique du Globe de Paris). Il a porté le projet pendant plus de vingt ans avec, jusqu'en 2012, beaucoup d'espoirs d'embarquement déçus (comme souvent hélas compte tenu de la rareté des lancements et de leurs coûts !). C'est un appareil à très large bande (« VBB ») c'est-à-dire qu'il pourra capter une gamme très étendue de mouvements (la période des ondes sismiques peut varier de 0,1 à 1000 secondes). Il doit en particulier détecter des mouvements extrêmement faibles. Dans ces cas, forcément intéressant sur Mars,

planète a priori peu « vivante », sa sensibilité peut être troublée par l'environnement extérieur. On a donc prévu une protection, un « bouclier », nommé « Wind Thermal Shield » (réalisé par le JPL), permettant d'isoler l'instrument des variations thermiques (avec un aérogel l'englobant à l'intérieur du bouclier et jusqu'au contact du sol) ou des vents forts (de par sa masse qui le maintiendra parfaitement en place). Ce bouclier isolera également le sol dans l'environnement immédiat du capteur. On aura donc un instrument très performant, beaucoup plus sensible que ceux qui avaient été embarqués par les Viking en 1976. Mais le sismomètre de Viking 2 s'était en outre avéré influencé par le vent et il n'avait pu prendre qu'une seule mesure (celui de Viking 1 n'avait pas fonctionné). Une difficulté particulière vient de ce qu'il n'y aura qu'un seul sismomètre à la surface de Mars, ce qui gênera évidemment les mesures de triangulation. Les concepteurs de SEIS comptent pallier cette difficulté par l'utilisation des ondes de surface (horizontales) aussi bien que de volume (verticales).



Profil méridien de la croûte (le Nord est à droite). (doc. NASA-JPL)
Deux autres instruments compléteront le dispositif : **HP³** (« Heat Flow and Physical Property Package »), une sonde que l'on devra faire pénétrer de trois à cinq mètres de profondeur pour évaluer la chaleur interne indépendamment des fortes variations de surface. Outre les informations sur l'état et les flux de chaleur, elle donnera des indications sur la composition du sol et sa densité. Elle est conçue et réalisée par le DLR (agence allemande de l'Espace).



Au premier plan, à gauche la sonde HP³ et à droite le sismomètre SEIS. (doc. NASA-JPL)

RISE (« Rotation and Interior Structure Experiment ») un instrument de mesure des oscillations de la planète au cours de sa rotation (sous l'influence du soleil et des deux satellites naturels de Mars) à partir de l'observation de l'effet Doppler sur les communications entre InSight et la Terre. Cela doit permettre de connaître la distribution et la composition (solide/liquide, éléments chimiques) des masses internes de la

planète.

A noter que la mission prendra à son bord en « piggyback », deux Cubesats 6 unités « Marco » (des précurseurs pour notre Cubesat BIRDY !). Ils agiront comme relais de télécommunication.



Représentation de la structure interne de la planète (noyau, manteau et croûte). (doc. NASA-JPL)

On sait que le « problème » fondamental de Mars est sa faible masse. Elle ne représente en effet que 1/10 de celle de la Terre et cela a pour conséquence d'une part un refroidissement plus rapide (rapport surface/masse plus important), d'autre part une chaleur interne moindre puisque cette chaleur résulte à la fois de l'énergie cinétique emmagasinée lors de l'accrétion puis du bombardement météoritique et, d'autre part, de la décomposition des matériaux radioactifs qu'elle contient (comme la Terre : Uranium 238 / 235, Thorium 232, Potassium 40). Cette faible chaleur interne n'a pas pu générer une fluidité du manteau suffisante pour entretenir une tectonique de plaques par convection au-delà de quelques dizaines de millions d'années (une centaine ?). Elle n'a pas permis non plus le maintien d'un volcanisme très actif ; ses dernières manifestations datent de quelques millions d'années, en décroissant depuis l'époque où il constituait le phénomène planétologique dominant, l'Hespérien / Theiikien, il y a 3,9 à 3,5 milliards d'années). Connaître les différentes couches structurant la planète nous renseignera plus finement sur son histoire et notamment sur la durée probable pendant laquelle ces différents phénomènes ont pu exister ou perdurer. Ce qu'on estime actuellement c'est que, par rapport à un rayon de 3380 km (la Terre : 6370 km), la croûte aurait environ 65 km d'épaisseur (la Terre : de 5 km à 100 km) mais avec des différences importantes entre le Sud (Syria Planum 90 km) et le Nord, 3 km sous le bassin d'impact Isidis Planitia ou 10 km sous Utopia Planitia. L'épaisseur du manteau serait de 1800 km et celle du noyau de 1700 km (il pourrait être entièrement liquide alors que celui de la Terre comprend une partie solide, peut-être indispensable pour générer un effet dynamo, donc une magnétosphère). Il s'agit bien sûr de confirmer ou affiner ces estimations, de définir plus finement les couches intermédiaires et de mieux estimer leur viscosité, de manière à pouvoir faire des comparaisons utiles avec la Terre et aussi comprendre mieux la structuration des planètes rocheuses. Mars plus petite que la Terre n'a pas poursuivi son évolution aussi loin et peut aussi nous renseigner sur les étapes intermédiaires de cette évolution.

Avec cette mission, on retombe donc indirectement sur l'étude de l'histoire du système solaire et sur celle des conditions prévalant à l'époque où la vie a pu apparaître (et disparaître) sur

Mars. InSighT est le chaînon jusqu'à présent manquant des laboratoires embarqués, qui va nous fournir de nouvelles données auxquelles les autres pourront être confrontées pour lever des doutes, faire apparaître des (im)possibilités ou de nouvelles logiques. C'est ainsi que progresse la science.

Pierre Brisson

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Le numéro 4 du magazine Society d'avril 2015 est paru avec des interviews de **Richard Heidmann** et **Alain Dupas**. Il comportait également de nombreuses références à la mission de simulation MDRS 151 à laquelle venaient de participer, le mois précédent, **Mohammad Iranmanesh** et **Mehdi Scoubeau**, élèves de Supaéro et également membres de l'association.

Début mai, suite à la parution dans une revue scientifique d'un article contenant des inexactitudes sur les radiations reçues pendant le voyage vers Mars, l'association a communiqué ses commentaires et en particulier un texte de Robert Zubrin à différents médias. Ciel Et Espace a publié ces commentaires dans son numéro de juin.

Du 18 au 20 mai, **Jean-Marc Salotti** a assisté à titre professionnel au congrès ARA days à Arcachon, sur les rentrées atmosphériques. Il y a présenté les problèmes de rentrée et d'atterrissage pour les missions humaines et le scénario de qualification de ces systèmes par une mission lourde de retour d'échantillons.



Le stand Planète Mars et en particulier les maquettes de bases martiennes attirent toujours l'attention des visiteurs jeunes ou vieux.



Le spectacle du 31 mai a été très complet : projection multi écrans, intervention de nombreux jeunes de Gennevilliers et présentation de Violaine Sautter (Museum d'Histoire Naturelle), co-investigatrice de l'instrument ChemCam de Curiosity. (doc. A.Souchier)

Le 31 mai **Richard Heidmann** et **Alain Souchier** ont tenu un stand Planète Mars lors de la deuxième manifestation « Nous allons sur Mars » à Gennevilliers dans le cadre d'une opération

de longue durée inspirée et animée par l'association « Friches Théâtre urbain ». **Richard Heidmann** et **Jean-François Pelle-
rin** avaient participé à la première manifestation le 19 mars. L'opération s'étendra jusqu'à l'automne.

Le premier conseil d'administration après la dernière assemblée générale a eu lieu le 13 juin. Nous y avons accueilli notre nouvelle administratrice **Lucie Poulet**, vétéran de trois missions de simulation, dont l'une de quatre mois à Hawaï l'an dernier. **Alain Souchier**, **Richard Heidmann** et **Pierre Brisson** ont été respectivement renouvelés dans les fonctions de président, de vice-président et de trésorier.

Le 14 juin Jonathan Barbier et une équipe de Gargouille Productions ont interviewé **Pierre Brisson**, **Richard Heidmann** et **Alain Souchier** afin de monter de courtes vidéos qui répondent à des questions précises sur Mars et son exploration et qui seront disponibles sur Internet. Les vidéos des présentations de la contribution du CNES aux programmes martiens et des activités ESA sur le système de contrôle d'environnement Melissa, prises par **Jonathan** lors de la conférence EMC13, sont disponibles sur Internet et en particulier sur notre site.

Le 18 juin Giulia Grossmann a présenté son film « Mars Society » tourné avec le concours de l'association, au festival « Côté Court » à Pantin. Projection de lumières (« light show ») et musique en live ont accompagné cette projection qui sera reconduite en août à l'Euro Space Center pour la nuit des étoiles.

Alain Souchier



L'un des scaphandres réalisés par Armande Zamora et Patrick Sibon est la vedette du film « Mars Society ». (doc. G. Grossmann)



Merci à l'Euro Space Center pour avoir accueilli deux fois l'équipe de tournage. (doc. A. Souchier)

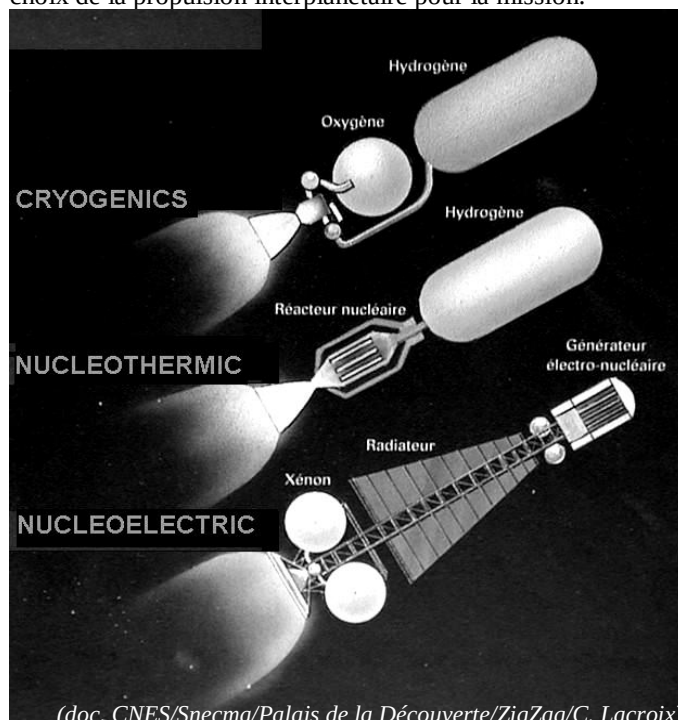
RAPPORT IAA SUR L'EXPLORATION HUMAINE DE MARS

L'International Academy of Astronautics (IAA) a été fondée à Stockholm en 1960. Elle regroupe de nombreux spécialistes des disciplines de l'astronautique du monde entier et a pour objectif d'explorer et de discuter des problématiques scientifiques, techniques et programmatiques de ce domaine. Elle organise en particulier des groupes de travail (« Study Groups ») qui étudient un problème particulier ou effectuent une synthèse. En 2012, le Study Group 3.16 a été créé avec pour objectif de faire une synthèse sur la problématique des missions martiennes habitées. Une première réunion a permis de réunir des spécialistes internationaux et de définir le cadre et la méthode de travail. C'est Giancarlo Genta, expert en mécanique et organisateur d'une conférence IAA bisannuelle à Turin, qui a pris la responsabilité de l'étude.

J'ai pour ma part opté pour le rôle de secrétaire. Dès la première réunion, une trame générale du rapport final a été proposée, et il a été demandé aux participants de prendre la responsabilité d'un des dix chapitres. Les choix ont été faits en fonction des compétences de chacun. Par exemples, Nick Kanas, pour les facteurs humains, épaulé de Susan McKenna-Lawlor pour la problématique des radiations et Richard Heidmann pour la logique et les objectifs de mission. Une quarantaine de participants se sont associés à cette étude mais la moitié seulement ont apporté une contribution significative. A noter que les Européens étaient majoritaires et que les Français étaient relativement nombreux, Alain Dupas, Richard Heidmann, Elisa Cliquet et moi-même, entre autres. Sur 3 années de travail, en dehors des échanges d'emails, il y a eu 6 réunions, dont 3 lors des congrès annuels IAC. Le résultat est un livre blanc à mi-parcours, ainsi qu'un rapport final de 140 pages qui sera bientôt publié.

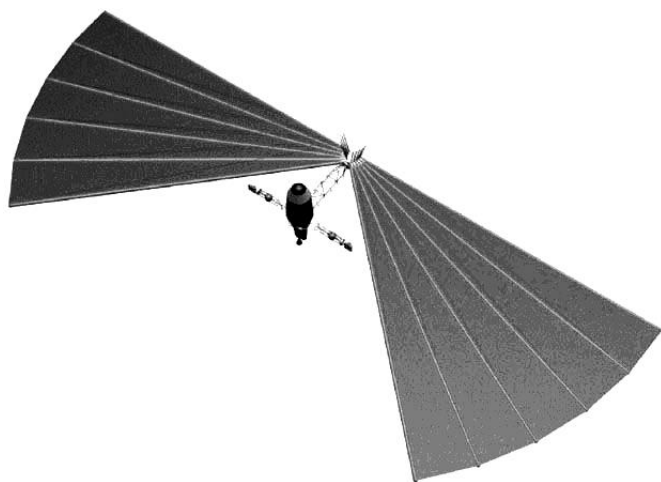
Que faut-il retenir de cette étude ?

Premièrement, il y a eu une discussion très intéressante sur le choix de la propulsion interplanétaire pour la mission.



(doc. CNES/Snecma/Palais de la Découverte/ZigZag/C. Lacroix)

Certains étaient favorables à la propulsion chimique, d'autres à la propulsion nucléaire thermique, d'autres encore préféraient la propulsion nucléaire électrique et certains suggéraient même le solaire électrique. On peut noter en particulier qu'il y avait pratiquement autant de participants en faveur de la propulsion chimique que de participants en faveur d'une option basée sur l'énergie nucléaire, ce qui rendait tout consensus difficile. Après de longs échanges, il a finalement été décidé de présenter dans le rapport tous les arguments, les défenseurs de chaque option se chargeant de rédiger la partie associée. Voici un résumé des arguments.



La propulsion électrique est une option séduisante pour le transfert de charges lourdes inhabitées, pour lesquelles la contrainte de durée du voyage devient du second ordre. La propulsion solaire électrique est une alternative au nucléaire électrique. (doc. NASA/JPL)

Ceux qui étaient en faveur de la propulsion chimique estiment que le problème numéro un est la soutenabilité des efforts à entreprendre, nécessairement coûteux et sur une longue période. Selon eux, il est impératif de minimiser ces efforts pour la première mission, sinon on n'y arrivera pas. Il faut réduire le nombre d'astronautes à 3 ou 4 pour réduire le budget masse total, exploiter l'aérocapture pour minimiser les besoins en ergols et utiliser autant que possible les technologies les plus matures (TRL les plus élevés) pour minimiser les efforts de développement. Ceux qui étaient en faveur du nucléaire, thermique ou électrique, estiment que le nucléaire est de toute façon incontournable à long terme et qu'il faut par conséquent le développer et le prendre en compte immédiatement dans l'architecture de mission. Le nucléaire électrique, en particulier, permet de changer les données du problème, car il permet de réduire de manière significative la masse d'ergols nécessaire à l'envoi des vaisseaux vers Mars. En tout chimique, cependant, avec les options qui vont bien et contrairement à certaines idées reçues, c'est faisable avec un nombre raisonnable de vaisseaux interplanétaires relativement légers ; et s'il faut réduire de 8 à 6 mois la durée du voyage, l'impact sur la masse d'ergols reste modeste. Le gain du nucléaire électrique est incontestable, mais il requiert le développement de générateurs électronucléaires puissants et ultralégers. De tels réacteurs n'existent que sur le papier et seront difficiles à tester, avec un usage qui semble réservé uniquement à ce type de mission. De plus, le gain n'est significatif que si l'on souhaite avoir de grands vaisseaux interplanétaires, typiquement pour 6 astronautes ou plus, pour lesquels l'aérocapture semble difficile. On

le voit, les arguments sont complexes et dépendent de paramètres non techniques comme la volonté politique de démarrer un programme spatial s'étendant sur 15 ou 30 ans, avec un budget annuel qui pourrait aller de moins de dix milliards à douze, voire quinze milliards d'euros, selon les options et les ambitions.

En dehors du système de propulsion interplanétaire, un consensus a été trouvé sur les points suivants :

- il faut un lanceur lourd, avec une capacité d'au moins 130 tonnes en orbite basse ;

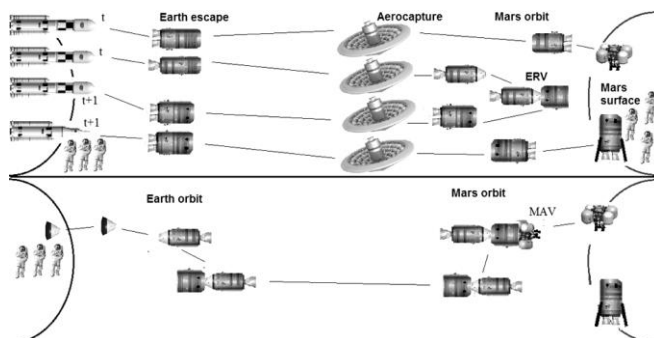
- une mission de longue durée (500 jours sur Mars) est préférable à une mission courte, pour bénéficier de la meilleure configuration planétaire lors des phases de transit et réduire les besoins en ergols ;

- il est avantageux d'exploiter les ressources locales pour produire en particulier la majeure partie (oxygène liquide) des ergols nécessaires à la remontée en orbite ;

- il est préférable de pré positionner sur la surface de Mars le maximum d'éléments (véhicule de remontée notamment) avant de lancer le vaisseau habité ;

- il faut approfondir la problématique de l'entrée atmosphérique, descente et atterrissage sur Mars.

Un chapitre du rapport, auquel j'ai participé, est dédié aux missions préparatoires. Celles-ci diffèrent, selon l'architecture retenue, et s'étalent sur une période de 15 ans minimum. On note en particulier notre proposition d'une mission de retour d'échantillons martiens qualifiée de « lourde » (Heavy Mars Sample Return), qui permettrait de tester un grand nombre des systèmes prévus pour la mission habitée : le lanceur lourd, l'aérocapture, la descente et atterrissage sur Mars d'un vaisseau de taille représentative, l'exploitation des ressources locales, le rendez-vous en orbite, etc.



Mars Semi Direct revisitée ; au-dessus l'aller, sur deux fenêtres de tir ; en dessous, le retour. (doc. J.-M. Salotti ; vignettes NASA)

Au final, le rapport ne propose pas de scénario particulier pour le voyage habité, il résume simplement les grandes problématiques. Cependant, en filigrane, on y trouve les grandes lignes du scénario Mars Semi Direct, proposé il y a quelques années par Zubrin et Weaver. Nous avons revisité ce scénario, avec des données actualisées et quelques options modifiées. Il permet d'envisager une mission en tout chimique relativement simple et efficace, que je présente au congrès sur l'exploration spatiale de Juillet, à Turin. J'en reparlerai prochainement.

Jean-Marc Salotti

COLONIE MARTIENNE : UN BUSINESS ?

La « colonisation » de la Planète rouge est un thème auquel quiconque s'interroge sur les perspectives de l'activité humaine dans l'espace se trouve confronté, non seulement au titre d'un futur lointain, porteur d'utopies, mais également à propos d'orientations décisives pour la programmation spatiale à court terme (concernant la poursuite des vols spatiaux).

D'ailleurs, bien que loin d'être généralement reconnue comme un objectif réaliste et méritant d'être mis à l'agenda des puissances spatiales, cette vision d'un établissement futur sur Mars a traversé des décennies d'immobilisme institutionnel sans perdre de son pouvoir d'attraction et d'inspiration ; une majorité d'esprits restés optimistes et curieux, stimulés par les progrès spectaculaires de l'exploration spatiale, accordent volontiers de l'attention à cette utopie, ne serait-ce que pour en douter avec raison.

C'est que l'idée puise sa force dans notre instinct de découverte, « d'aller voir de l'autre côté de la colline » et que, Dieu merci, les hérauts du catastrophisme n'ont pas eu raison de ce trait vital de notre espèce. En fin de compte, quels que soit la rationalité et le poids des arguments développés pour en démontrer l'irréalisme ou l'inanité, il reste difficile d'être persuadé que l'Homme ne finira pas par séjourner sur Mars. Rien en réalité ne s'y oppose en termes de moyens techniques ; c'est essentiellement dans deux autres registres que s'expriment légitimement les doutes les plus sérieux.

L'Homme pourra-t-il s'adapter ?

Le premier concerne les aspects humains d'une telle perspective : aspects sanitaires, psychologiques, nutritionnels, sociologiques, motivations des colons, existence dans un tel environnement, problèmes des enfants et de la fin de vie... Ces questions sont indubitablement les plus essentielles, mais aussi les plus difficiles à analyser. Malheureusement, il apparaît que le manque de crédibilité et de précision du projet de colonisation, comme son caractère futuriste, n'aient pas permis de produire dans ce domaine une réflexion aussi détaillée que celle existant sur le plan technique. Mais à n'en pas douter la situation changera dès que le sujet deviendra plus concret.



Le fait de devoir enterrer les habitats pour se protéger des radiations n'interdira pas de ménager des lieux de détente avec vue sur l'extérieur, dont il suffira « d'user avec modération », tout comme c'est le cas sur Terre avec les UV solaires. (doc. DR)

La colonie devra atteindre l'autosuffisance

Le deuxième, auquel nous nous intéresserons plus spécialement ici, a trait aux aspects économiques, également peu ou faussement analysés. Même en admettant que le lourd investissement nécessaire à l'établissement d'une colonie viable soit consenti par les nations (et les industriels) ayant décidé le lancement du projet, celle-ci devra, au terme de cet effort, avoir atteint un degré de maturité lui permettant de fonctionner sans, ou avec un minimum de soutien terrestre. Or, même en supposant que le coût très élevé du dépôt de fret sur Mars (voisin de 50 millions € / tonne aujourd'hui), sera nécessairement réduit dans une telle perspective (d'un rapport 10 ?), il continuera à contraindre fortement le modèle économique martien, avec deux conséquences majeures.

Vivre des ressources locales

En premier lieu, l'impératif d'un recours extensif aux ressources locales, que ce soit en matière de « consommables » (eau, oxygène, aliments...) ou de matières premières pour la production de matériaux (ciment, céramiques, métaux, matières plastiques, verre...) et pour celle de semi-produits propres au développement et à la maintenance des infrastructures. Ce sera la « chasse aux pondéreux » : seuls seront importés de la Terre les biens légers, à forte intensité en termes de moyens de production, tels que les composants électroniques, les optiques et les instruments de précision, les médicaments... Fort heureusement, et c'est là un des atouts décisifs de la destination Mars, les ressources nécessaires sont présentes et, pour la plupart, d'un accès aisé (carbone et oxygène tirés du CO₂ atmosphérique, eau et hydrogène à partir de la glace du sol, régolite pour les écrans anti-radiations, argiles, sels minéraux, minerais métalliques, sans oublier l'azote présent dans l'atmosphère (pour l'amendement des cultures), le phosphore, le soufre...

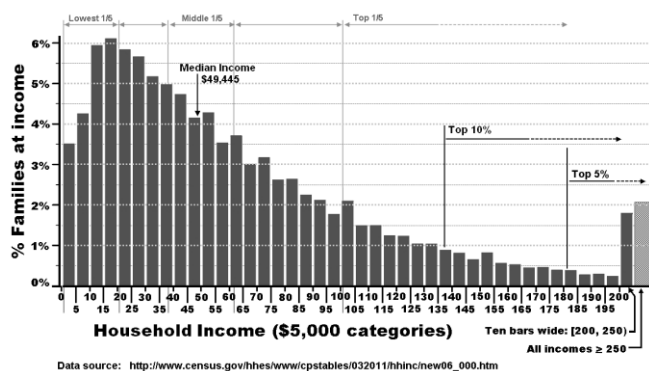
Cibler des utilisateurs adaptés (aux coûts)

L'autre conséquence du coût des transferts interplanétaires porte sur les biens et prestations que pourra « facturer » l'établissement à ses « clients », étant entendu que les tarifs devront permettre, au moins globalement, d'équilibrer les importations (biens ou prestations de service et leur acheminement), et de dégager une marge pour investissements de maintenance et développement, voire de servir des dividendes aux investisseurs !... Dans cette veine, on peut identifier plusieurs filons.

1- Des clients fortunés en quête d'exceptionnel

Au premier rang il faut situer celui d'individus fortunés décidés à consacrer plusieurs millions à l'accomplissement de l'aventure de leur vie, un séjour sur une autre planète, soit à caractère touristique et luxueux, soit en tant que retraite loin de notre monde, dans une démarche s'apparentant à une méditation monastique et désertique... Deux constats conduisent à penser que, face à de telles offres, la clientèle existerait.

Le premier repose sur l'examen de l'histogramme des revenus des foyers fiscaux (aux États-Unis seuls) : 2 % des foyers fiscaux déclarent en effet un revenu annuel supérieur à 250 000 \$, ce qui laisse supposer des capacités de financement pour une opération exceptionnelle telle que celle-ci à hauteur de plusieurs millions. Or, parallèlement, le nombre extraordinaire (70 000) de volontaires pour le voyage sans retour de Mars One, projet pourtant totalement dénué de crédibilité, semble indiquer que les candidats ne manqueraient pas.

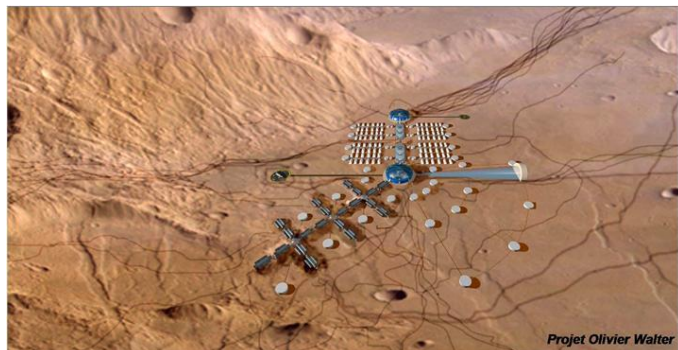


Histogramme des revenus des foyers fiscaux américains.

La prise en considération de ce créneau de clients individuels fortunés en quête d'exceptionnel est donc légitime ; cette clientèle pourrait bien constituer la colonne vertébrale d'un modèle économique martien, sans qu'il soit besoin d'imaginer la vente de quelque production miraculeusement « Mars specific », que personne n'est jusqu'ici parvenu à sérieusement identifier. Naturellement, elle supposerait un investissement permettant d'offrir des conditions de séjour à la hauteur des attentes : condominium doté de toutes les facilités, en location ou en hôtellerie, accompagné de tous les services de la vie courante, ainsi qu'un vaste éventail d'offres de services, touristiques, sportifs, culturels... On comprend à cette énumération le rôle que pourrait avoir cette clientèle fortunée dans le déploiement d'une véritable colonie.

2- Des professionnels en mission

A côté de cette clientèle de « touristes » privilégiés (qui pourraient cependant conserver à distance une activité terrestre) une deuxième catégorie de visiteurs « payants » rassemblera les individus envoyés sur la planète pour y remplir des missions qu'exigent ou favorisent l'existence de la colonie, au profit d'institutions officielles (États, organisations internationales, agences spatiales, organismes de recherche) ou à celui d'organisations à but lucratif (laboratoires de recherche et développement industriels, médias). Dans ce cas les transferts, les moyens de subsistance et les salaires seraient couverts par les mandants ; les visiteurs n'auraient à régler que les prestations de la vie courante ou de loisir.



Concept de colonie à implantation radiale. (doc.O.Walter, architecte)

3- Des prestataires de service

Enfin, pour faire fonctionner et assurer la maintenance des infrastructures complexes de la colonie, mais aussi pour assurer l'ensemble des services nécessaires à la vie courante des résidents (restauration, hôtellerie, soins à la personne, transports, scolarisation) ainsi que les prestations de loisir déjà évoquées, dont certaines seront vraiment spécifiques à Mars (visites de sites remarquables, trekkings, cours de géologie sur le terrain ;

pratique du plongeur, des agrès et du trampoline en gravité réduite ; créations musicales en atmosphère raréfiée... les idées ne manqueront pas ! Les frais de ces personnels seront couverts directement par les utilisateurs des services et facilités (éventuellement par l'intermédiaire d'une monnaie locale).

Ce qui est intéressant dans ce schéma, c'est que bien qu'étant assis fondamentalement sur une clientèle d'individus fortunés, sa structure inclut finalement des populations aux revenus non exceptionnels, les seuls impératifs de participation étant la motivation (individuelle et, le cas échéant, familiale), la santé physique et mentale et les compétences.

Utopie ou vision d'un réaliste authentifié ?

Bien entendu, pour que ce scénario ait une chance de se concrétiser, deux conditions préliminaires devraient être remplies :

- un système de transport Terre-Mars radicalement moins coûteux, donc largement réutilisable, doit être conçu et développé, afin de permettre en particulier l'acheminement des centaines de tonnes d'équipements nécessaires à la construction des habitats et des infrastructures ;

- un financement massif, à hauteur de plusieurs dizaines de milliards doit être mobilisé, avec des perspectives de retour peu orthodoxes, tant en termes de risque que de délai...

Pratiquement personne ne croyait cela possible. Jusqu'à ce que le multi-entrepreneur Elon Musk donne à ses intentions martiennes, connues depuis longtemps, un tout autre caractère que celui d'une rêverie, que beaucoup lui prêtaient. Réaffirmant son but de colonisation martienne, il a en effet apporté une précision capitale, pourtant passée pratiquement inaperçue, en déclarant considérer que l'exploitation du système de transport qu'il allait faire développer par SpaceX, le fameux « *Mars Colonization Transport* » (MCT), devait être un « business ». Ce qui justifie à ses yeux de consacrer une part de la fortune qu'il est en train d'édifier à ce « rêve » martien.

Témoins de la crédibilité que confère à ce personnage d'exception le succès de ses entreprises innovantes, un tel aplomb face à une aussi vaste ambition nous interpelle.

Richard Heidmann



MCT sur le point d'atteindre son orbite de parking. Étude Planète Mars ; le projet SpaceX sera probablement bien différent !

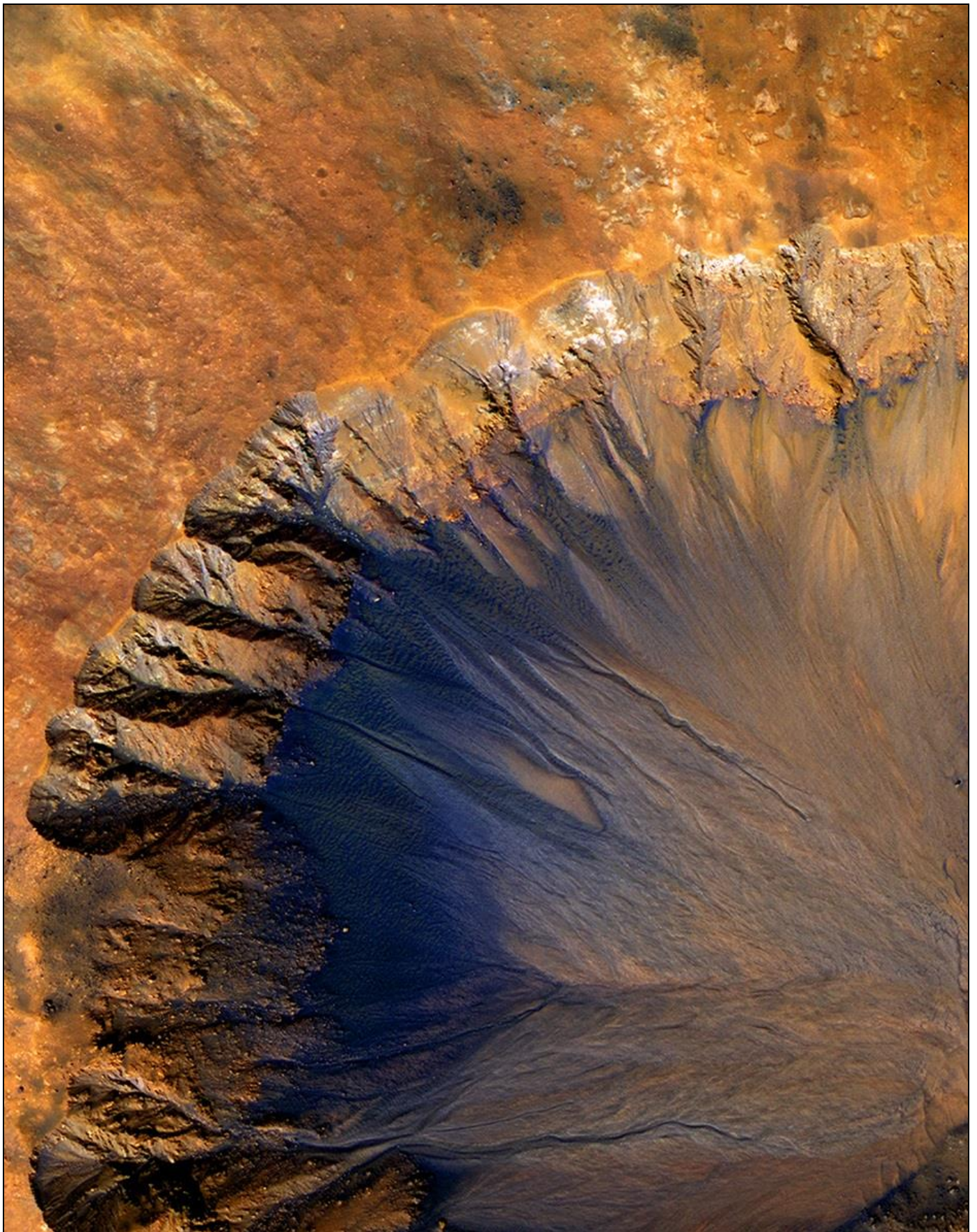
(doc. R. Heidmann)

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Richard Heidmann, Jean-Marc Salotti, Alain Souchier.

Achévé d'imprimer : QuadriCopie 27200-Vernon.

Dépôt légal : juillet 2015

PORTRAIT D'UN CRATÈRE RÉCENT



Ce cratère d'impact apparaît relativement récent, avec son bord escarpé et ses éjecta bien préservés. Les flancs intérieurs abrupts sont entaillés par des lits de torrents. Les cratères récents présentent fréquemment des parois abruptes à la morphologie évolutive ; c'est pourquoi celui-ci sera régulièrement observé pour détecter les modifications au cours du temps. Son diamètre est d'un peu plus d'un km.

(commentaire Alfred McEwen, doc. NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona)