



PLANÈTE MARS



Numéro 74 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com janvier 2018

ISSN 1772-0370

ALAIN SOUCHIER



Suivons ses traces !

Alain Souchier, membre fondateur et président de notre association depuis 2010, nous a quittés le 13 décembre 2017, à la suite d'une intervention à cœur ouvert tentée pour restaurer son état général, qui déclinait inexorablement depuis plusieurs mois. Miraculeusement sauvé de son gravissime accident aortique de novembre 2016, il nous était revenu, après un mois de coma, avec toutes ses facultés, son enthousiasme et son dévouement à Planète Mars. Nous étions tous tellement heureux de le retrouver ; il n'avait certes pas foulé les lointains rivages de Syrtis Major, mais bien ceux de l'Achéron ! Malheureusement, dans les mois qui ont suivi, nous avons été témoins de la lente dégradation de sa condition physique, conséquence des dommages créés par son accident.

Alain en souffrait d'autant plus que sa « résurrection » lui avait laissé espérer un rétablissement complet, lui permettant de reprendre la quasi-totalité des nombreuses activités « martiennes »

Dans ce numéro :

- Alain Souchier p.1
- Les RSL ne pleurent pas p.2
- Rafale robotique vers Mars en 2020 p.2
- La vie de l'association p.4
- Quelques commentaires de Robert Zubrin p.5
- Le scaphandre X1 en vedette à la mission MDRS185 p.6
- Un programme que l'Europe pourrait même mener seule p.7

prchain numéro : avril 2018...

dont il s'acquittait avec un dévouement et une implication exemplaires.

Et il faut dire qu'au cours de ces années, il n'a pas ménagé ses efforts, consacrant à Planète Mars ses capacités exceptionnelles de persévérance et de totale implication que ses anciens collègues professionnels lui ont bien connues. Apparemment infatigable, il enchaînait les déplacements dans toute la France (et en Europe) pour donner des conférences ou installer et tenir des expositions, tout en alimentant régulièrement notre site Internet en nouvelles et informations, et sans oublier de s'acquitter d'un certain nombre de tâches logistiques, moins visibles mais essentielles au fonctionnement de toute association. Ainsi, au fil des ans, Alain était devenu la cheville ouvrière de Planète Mars, le plus actif de ses promoteurs.

Mais ce n'est pas tout. Nous avions de plus la chance d'avoir affaire, avec Alain, à un des spécialistes européens de l'Espace les plus éminents et les plus reconnus, même si sa modestie et son refus du « vedettariat » ne l'incitaient pas à se mettre en avant. Véritable « puits de science spatiale », Alain devait son expertise non seulement à l'étude incessante de l'objet de sa passion, mais aussi à une carrière de plus de quarante ans dans la propulsion fusée, au cours de laquelle il a exercé un large spectre de responsabilités. Son renom professionnel a indéniablement contribué à crédibiliser notre mouvement.

Au service de ces qualités inestimables de compétence et de dynamisme, Alain présentait des qualités humaines rares, telles que ses interlocuteurs ne pouvaient pas ne pas l'apprécier. Passionné, il ne s'emportait rigoureusement jamais. Plaidier convaincu, il écoutait les contre-arguments et respectait ses contradicteurs. Homme d'action, il dominait le stress des situations difficiles et contribuait à l'émergence des solutions.

Alain était bien entendu attristé à la perspective de quitter prématurément l'aventure astronautique, qu'il a vécue toute sa vie de façon si intense. Il était conscient de l'importance des transformations à l'œuvre dans le monde, et en particulier des promesses de l'innovation dans le domaine spatial. Mais il n'oubliait pas la chance que les acteurs de sa génération ont eu de vivre des aventures aussi exceptionnelles que le programme Ariane ou l'exploration robotique de Mars...

A son épouse et à ses enfants, qui l'ont accompagné d'une façon admirable, nous transmettons nos condoléances, et nos remerciements pour le soutien constant qu'ils ont manifesté pour l'action d'Alain au profit de Planète Mars.

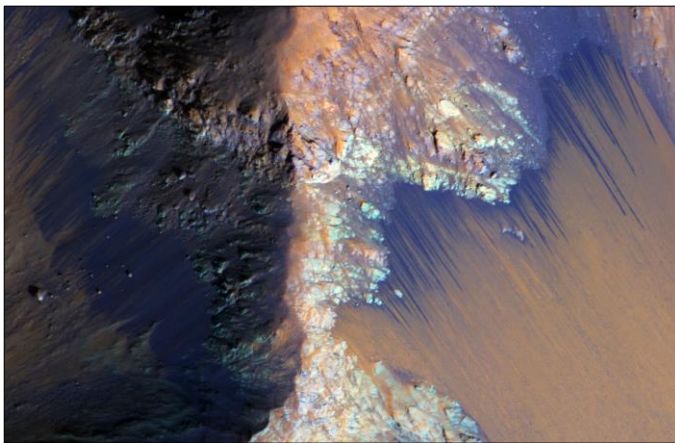
Richard Heidmann

PS

Merci à tous ceux, très nombreux, qui ont témoigné leur amitié et leur tristesse par leur participation aux obsèques, par leurs messages ou par la publication d'hommages, qu'il s'agisse de membres de notre association, d'anciens collègues de Snecma ou du CNES, d'associations, d'institutions ou d'organes de presse. Des marques d'amitié, de considération et de compassion qui nous ont touchés.

LES RSL NE PLEURENT PAS

Pendant quelque temps nous avons pu envisager que les RSL (« Recurring Slope Lineae »), lignes sombres qui apparaissent aux saisons chaudes sur les pentes les plus raides des cratères, exposées à un maximum de lumière solaire en zone intertropicale, soient la manifestation d'une liquidité résiduelle de l'eau. On pouvait penser qu'il s'agissait peut-être non d'un ruissellement de surface mais d'un écoulement sous-jacent entraînant la poussière par gravité en l'humidifiant. En dépit de la faible pression atmosphérique qui, dans les régions explorées par nos rovers, ne monte que très peu au-dessus du point triple de l'eau (611 Pascal), il semblait possible que de l'eau très salée puisse se liquéfier à la chaleur du soleil, par déliquescence de sels de perchlorate saturés. Cette présence d'eau liquide faisait espérer qu'une forme de vie martienne puisse l'utiliser dans son processus métabolique, ou qu'elle soit indicative de possibilités plus grandes pour l'Homme de se procurer de l'eau lorsqu'il se trouverait sur Mars.



Bel exemple de RSL dans Coprates Chasma. Bien visibles sur la base du relief rocheux, elles remontent en fait jusque dans celui-ci, sous forme de chenaux étroits. (doc. NASA/JPL)

Une étude publiée le 20 Novembre 2017 dans la revue scientifique *Nature Geoscience* présente des arguments convaincants conduisant à abandonner cette hypothèse.

Il n'y a pas dans ce document d'observation nouvelle, mais un raisonnement qui fait remarquer que le ruissellement s'arrête au bas des pentes les plus fortes, alors que si l'eau liquide était toujours présente elle continuerait à couler sur une pente plus faible. La pente des RSL correspond par ailleurs précisément à celle qui est nécessaire pour l'écoulement du sable sur la pente des dunes martiennes. Ce qui se déplacerait pour former les RSL serait donc des grains de régolite qui rouleraient dans la pente et l'apparence sombre résulterait de la découverte du sous-sol immédiat du fait du déplacement de ces grains. Cela n'exclut pas que la cause de la déstabilisation en haut de pente soit bien la liquéfaction de l'eau par déliquescence, mais la quantité d'eau liquide impliquée, celle juste nécessaire à la déstabilisation, pourrait être extrêmement faible, et ce qui « coulerait » serait juste la matière déstabilisée et non de l'eau liquide.

Que faut-il retirer de cette évolution d'interprétation ? Premièrement, qu'elle n'est pas si étonnante. En effet on pouvait déjà penser que les RSL commençant tout en haut des pentes, plutôt qu'en dessous, la quantité d'eau mobilisée ne pouvait être que très faible, étant donné qu'il n'y a aucune pluie sur Mars et que

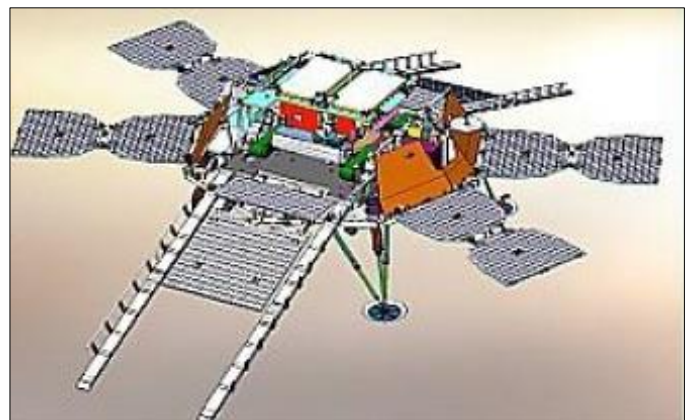
la glace d'eau superficielle a de fortes chances de se sublimer, surtout dans les régions équatoriales (donc pas de volume de glace disponible en « chapeau » des reliefs concernés). Deuxièmement, que cette constatation étant la plus logique et la plus simple, on doit naturellement la prendre en compte. Troisièmement, que cela n'exclut pas que l'on trouve tout de même un peu d'eau liquide sur Mars. N'oublions pas en effet que certaines régions aux latitudes moyennes se trouvent très en dessous du Datum (niveau d'altitude moyen de la planète), à commencer par le bassin d'Hellas Planitia, dont le fond est situé à - 8 km. Dans ces régions l'épaisseur de l'atmosphère est nettement supérieure à ce qu'elle est au Datum (ou dans le Cratère Gale) et la pression dépasse les 1100 Pascal au fond d'Hellas. Il doit donc y exister une plage de températures (entre 0°C et peut-être 3 ou 5°C) entre glaciation et ébullition, d'autant que le sol étant très salé (perchlorates en particulier) le point de congélation pourrait être surbaissé de plusieurs degrés. Quatrièmement, que de toute façon on ne s'attendait pas à trouver beaucoup d'eau liquide en surface et que l'on comptait bien davantage en trouver en sous-sol ou sous les glaciers. Cet article ne remet pas en cause cette perspective.

Pierre Brisson

Référence : Colin M. Dundas, et al. *Granular flows at recurring slope lineae on Mars indicate a limited role for liquid water.* *Nature Geoscience* (2017).

RAFALE ROBOTIQUE VERS MARS EN 2020

Alors que seule la très intéressante mission sismologique In-Sight sera lancée vers Mars en 2018, la fenêtre de 2020 va voir au contraire pas moins de 4 départs à destination de la Planète rouge. Cette fenêtre s'étend sur plusieurs semaines à partir de fin juillet 2020.



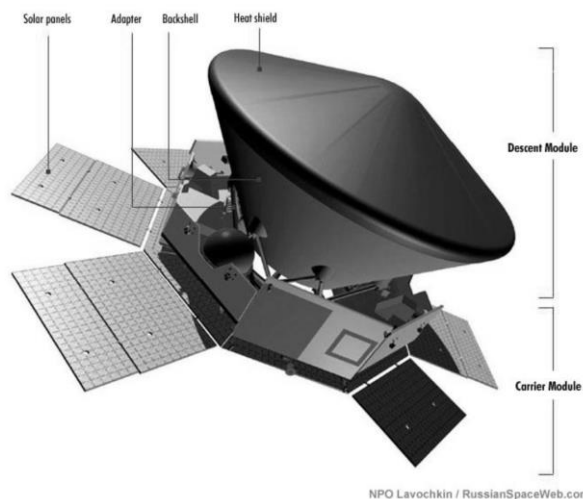
ExoMars : la plateforme d'atterrissage russe Lavochkin qui transportera le rover à la surface de Mars, a une masse de 828 kg et dispose de 45 kg d'instruments scientifiques pour 7 expériences. L'Europe participe néanmoins pour 20 % à ce module. L'entrée dans l'atmosphère martienne est directe sans mise en orbite, suivie après largage des boucliers avant et arrière d'une ouverture de parachutes et d'un freinage final fusée.

(doc. Roscosmos/Lavochkin/IKI/KB Khinmash)



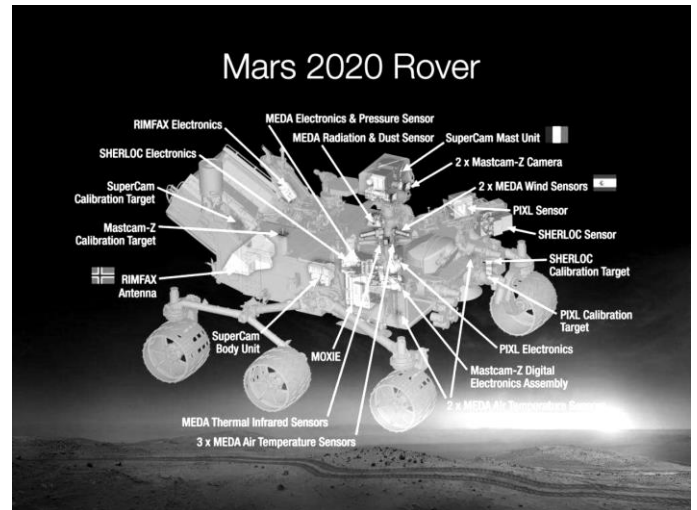
Maquette échelle 1 du rover ExoMars, réalisée par Armande Zamora et Patrick Sibon. Les instruments proviennent d'Europe, mais aussi de Russie et des USA. Fait essentiel, ExoMars pourra forer jusqu'à 2 m, où les conditions de surface ne devraient pas avoir détruit d'éventuelles molécules d'origine biologique. (doc.A.Zamora)

L'Europe est particulièrement impliquée dans la 2ème mission ExoMars, comme dans la première ayant vu la satellisation d'ExoMars Trace Gaz Orbiter à l'automne 2016. La mission ExoMars 2 est conduite par l'Europe et la Russie, qui fournira principalement le lanceur (Proton), le transporteur qui assure les fonctions support pendant le transfert vers Mars, et l'atterrisseur qui doit déposer le rover européen (300 kg) à la surface de Mars en y laissant aussi une plateforme fixe porteuse d'instruments. Le lancement est prévu entre le 25 juillet et le 13 août 2020. En Europe, le programme, sous pilotage de l'agence spatiale européenne ESA, est de maîtrise d'œuvre générale Thalès Alenia Space.



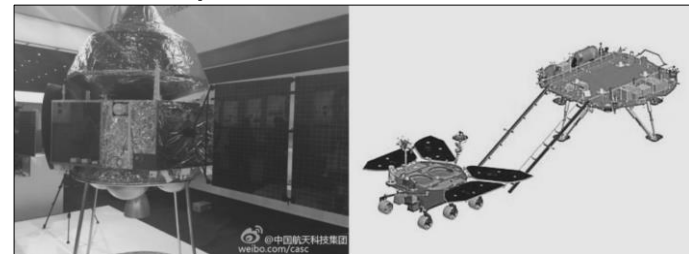
Vue d'ExoMars pendant son trajet vers Mars : le module transporteur en-dessous et les deux modules atterrisseur et rover sous la capsule conique de rentrée dans l'atmosphère au-dessus.

Dans cette même fenêtre 2020, la NASA va envoyer son « rover 2020 », clone évolué de Curiosity. Le lancement est prévu par une Atlas V 541. La procédure d'atterrissage (en particulier avec le mode « grue du ciel » en finale), sera la même que pour Curiosity.



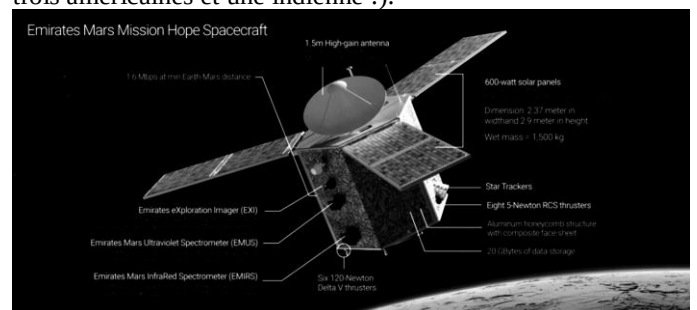
Comme sur Curiosity la participation internationale aux instruments scientifiques est importante. La France est particulièrement impliquée dans SuperCam qui succède à Chemcam (analyse à distance des roches). Ce rover aura la tâche particulière de collecter des échantillons martiens pour retour sur Terre lors d'une mission ultérieure. Il aura aussi une unité expérimentale MOXIE de production d'oxygène à partir du CO₂ de l'atmosphère. (doc. NASA/JPL)

Normalement aussi, durant l'été 2020, une Longue March 5 chinoise devait envoyer vers Mars un orbiter et un rover.



A gauche, maquette de la sonde chinoise, présentée dès 2015. A droite, vue de la plateforme d'atterrissage et du rover. (doc. CASC)

Et, toujours dans la même fenêtre 2020, les Émirats-Arabo-Unis prévoient l'envoi de la sonde Hope par un lanceur japonais H-II A. D'une masse de 1500 kg, elle viendrait rejoindre la flottille des sondes en orbite autour de Mars (deux européennes, trois américaines et une indienne !).



L'orbiter des Émirats-Arabo-Unis, Hope ou Al-Amal en arabe. (doc. Émirats Mars Mission)

L'Inde, qui envisageait une deuxième mission rapide vers Mars (après l'orbiter Mangalyaan) a, semble-t-il, abandonné le créneau 2020. Et de son côté SpaceX ne prévoit plus, non plus, l'envoi d'une lourde capsule Red Dragon. Toujours est-il que cette fenêtre de lancement 2020 va être très active. Mais la taille

de la surface de Mars (équivalente aux continents terrestres) exclut néanmoins a priori tout risque de collision entre les trois nouveaux rovers et les deux anciens (Opportunity et Curiosity) !

Alain Souchier

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Ce trimestre restera à jamais marqué par la disparition de notre président le 13 décembre, au terme d'un inexorable déclin de son état général (voir notre hommage en page 1). Bien qu'affaibli et amené à limiter drastiquement ses déplacements, Alain Souchier n'a pas cessé, jusqu'au bout, de consacrer tous ses efforts à Planète Mars, continuant à alimenter régulièrement le site Internet et s'assurant que les actions décidées et qu'il ne pouvait plus assumer (conférences en particulier) étaient prises en charge. Quelques jours avant sa mort, il adressait encore une lettre au président de l'agence spatiale française, suite à un contact pris lors de la manifestation Futurapolis par **Richard Heidmann**.

Conformément à nos statuts, ce dernier assure l'intérim de la présidence jusqu'à l'élection du prochain bureau, qui suivra l'Assemblée Générale Ordinaire, qui se tiendra :

**Samedi 10 Mars, à 14h30,
à la Maison des Associations du 14^{ème},
22, rue Deparcieux (M° Gaîté) PARIS**

En termes de fonctionnement, nous avons décidé de quelques modifications visant à simplifier la logistique interne.

En premier lieu, il n'y a plus désormais qu'une seule échéance de renouvellement des adhésions par an (en fin d'année), au lieu de deux ; ceci afin de simplifier le travail de gestion. Corrélativement, afin d'encourager les nouvelles adhésions, celles reçues après le milieu de l'année N seront valables jusqu'à la fin de l'année N+1 (N+2 pour une inscription sur deux ans).

En second lieu, les tâches relatives à la production du bulletin sont désormais réparties entre **Richard Heidmann** et **Dominique Ledevin**, que nous remercions d'avoir accepté la partie édition, timbrage et étiquetage des enveloppes, mises en enveloppes et expédition.

Malgré les difficultés résultant de l'indisponibilité, puis de la disparition d'Alain Souchier, notre activité a été soutenue.

L'émission « La tête au carré » de Matthieu Vidard, du 24 octobre dernier, grandement consacrée à Mars, est encore disponible en replay. Les invités étaient Thierry Robert, réalisateur du documentaire « **L'homme qui voulait plonger sur Mars** », Peter Weiss, chef du département Espace de la Comex, qui a réalisé avec participation APM, le scaphandre Gandolfi 2 utilisé dans le film et **Cyprien Verseux**, membre APM, qui a fait partie de l'équipage de simulation de un an dans l'installation HI-SEAS de l'université d'Hawaï.

Liam Fauchard, membre de l'association Planète Mars, a de nouveau organisé en octobre, à l'occasion de la fête de la Science, une série de manifestations en Bretagne, regroupées

sous la désignation « Chroniques martiennes – 4èmes rencontres prospectives 2017 ».

Le 13 octobre, à l'espace Yves Roques à Decazeville, **Camille Gontier**, membre de l'association, a donné une conférence « L'exploration de Mars – du rêve à la réalité ? ».

Le samedi 21 octobre l'office du Tourisme de Trouville organisait le 1er talk@Trouville. **Pierre Brisson**, président fondateur de la Mars Society Switzerland et membre du Conseil d'Administration de l'association, y a présenté « Beau temps sur Mars ».

À Sénart, à Troyes et à Euville, séances de dédicace de l'ouvrage co-écrit par les membres de l'association, « Embarquement pour Mars », par **Jean-François Pellerin**, membre du Conseil d'Administration de l'association et coordinateur de la rédaction.

Richard Heidmann a donné le 7 novembre, à la mairie du 15^{ème} à Paris, une conférence sur le thème : « L'Homme sur Mars : Pourquoi ? Comment ? Les défis. ».

Le mardi 21 novembre, à la médiathèque de Troyes Champagne Métropole, **Jean-François Pellerin** a donné une conférence : « Ces innovations issues de la recherche spatiale ».

Le festival aérospatial « Des étoiles et des ailes », les 11 et 12 novembre à Toulouse, en grande partie à la Cité de l'Espace, comportait un salon du livre où l'association présentait trois ouvrages. Trois membres du Conseil d'Administration étaient invités : **Pierre Brisson**, l'un des co-auteurs du livre « Embarquement pour Mars », **Richard Heidmann**, auteur de « Alerte à Mars City » et **Jean-Marc Salotti**, auteur de « Genèse martienne ». Signalons aussi la présence de **Christian Lardier**, membre de l'association, avec un livre sur le lanceur Proton.



L'affiche du Festival « des Étoiles et des Ailes », à Toulouse.

La 6^{ème} édition des rendez-vous « Futurapolis », organisée par Le Point, Toulouse Métropole et la Région Occitanie, a eu lieu à Toulouse les 24 et 25 novembre 2017. Ces rendez-vous sont consacrés à la prospective dans tous les domaines. **Richard Heidmann** y était invité pour une table ronde sur l'espace et une intervention sur les perspectives d'établissement de l'Homme sur Mars.

A noter, parmi d'autres personnalités à cette table ronde, la participation de Jean-Yves Le Gall, président du Centre National

d'Études Spatiales (CNES), qui a déclaré, peu avant l'ouverture du congrès mondial des astronautes à Toulouse, le 14 octobre dernier : « *L'homme ira sur Mars, il faut que l'Europe y soit* ».



Le président Le Gall. (doc. CNES/G. Sébastien et NASA/JPL)

En matière de projets étudiants, nous pilotons actuellement trois sujets :

- Utilisation d'un ballon dans la mission de retour d'échantillons (École Polytechnique) ;
- Conception d'un « Sauter », exosquelette offrant aux résidents martiens une pratique sportive favorisée par la faible pesanteur martienne (École Polytechnique) ;
- Projet de navette orbitale martienne, adaptée au scénario d'un transfert cargo effectué par des vaisseaux à propulsion électrique, incapables d'atteindre eux-mêmes la surface de Mars (ESTACA).

Les obsèques d'**Alain Souchier** se sont déroulées le 20 décembre à Vernon, où il habitait, en présence de nombreux membres de l'association et de personnalités du monde spatial. Il repose au cimetière de la ville. Qu'il reste pour nous un modèle de dévouement et d'optimisme.

QUELQUES COMMENTAIRES DE ROBERT ZUBRIN

La Mars Society a récemment posté sur son site le podcast d'une interview du président R. Zubrin sur divers sujets d'actualité martienne :

<http://radio2.marssociety.org/2017/11/29/rpr-18-dr-robert-zubrin-president-of-the-mars-society/>

Voici son opinion sur deux des principaux points abordés.

Le projet de SpaceX

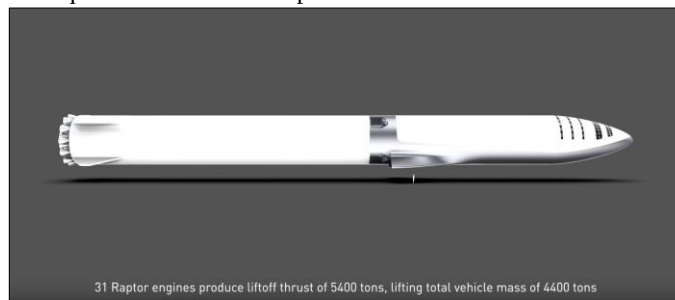
On se souvient que le président de la Mars Society avait formulé un certain nombre de critiques précises concernant le projet MCT dévoilé par Elon Musk au congrès d'astronautique 2016, à Guadalajara. Nous avons d'ailleurs eu l'occasion d'en discuter avec lui à l'issue de la conférence. Aujourd'hui, Robert Zubrin se déclare satisfait par l'évolution du projet, rendu plus réaliste et optimisé.

La réduction de l'échelle est à ses yeux un facteur essentiel, d'abord parce que cela diminuera les coûts de développement

(et le nombre de moteurs du booster !), tout en évitant une coûteuse extension des moyens industriels de SpaceX. Mais surtout parce que cette évolution rend le BFR (le lanceur) beaucoup plus polyvalent ; avec cette taille plus raisonnable, il devient possible de le présenter sur des marchés commerciaux (où il offrira, sans surcoût majeur, des capacités de lancement inégalées), ou pour des lancements aller-retour directs vers la Lune, au cas où les agences parviendraient à concrétiser leurs plans actuels.

L'ambition d'Elon Musk doit donc, selon lui, être prise tout-à-fait au sérieux. L'expérience SpaceX, suivie d'ailleurs d'autres initiatives (Blue Origin, Virgin Galactic...), démontre qu'il est possible de se développer dans le spatial de façon beaucoup plus économique et flexible que ce à quoi semblait nous condamner le modèle traditionnel.

Robert Zubrin pense que SpaceX nous conduira sur Mars bien avant un programme institutionnel empêtré dans une phase lunaire qui promet d'être longue et coûteuse. Même s'il considère comme totalement irréaliste la date de 2024 ambitionnée par Elon Musk pour le premier débarquement, il lui apparaît désormais que cet événement se produira avant 2030.



La configuration révisée du BFR : la masse au décollage passe de 10000 à 4400 tonnes et le diamètre de 12 à 9m. (doc. SpaceX)

Mars et la Lune

Il existe un large consensus pour dire que l'objectif à terme d'un programme de vols habités doit être l'établissement d'une présence humaine sur la Planète rouge. Il est essentiel d'avoir toujours à l'esprit cet objectif ultime, en visant à ne pas prendre des décisions à court terme qui lui soient nuisibles, que ce soit en termes d'emploi de ressources limitées ou en termes de reports inconsidérés dans un futur qu'on pressent habité de menaces.

Robert Zubrin n'est a priori pas opposé à un programme lunaire ; il considère non seulement que les deux objectifs ne sont pas contradictoires, mais qu'au contraire, sous réserve d'une coordination intelligente, ils sont complémentaires ; ainsi :

-sous réserve de développer d'emblée des moyens capables des deux destinations, les premières missions lunaires pourraient servir de missions de qualification des expéditions martiennes ;

-la prise en compte des deux destinations permettrait d'assurer un emploi plus régulier du lanceur lourd, sachant qu'on ne peut voyager vers Mars que tous les 26 mois ; cela deviendrait particulièrement important si le SLS survivait et était enfin de compte retenu pour les missions d'exploration (NDLR : rien n'est moins sûr vu son coût, comparé à celui de ses concurrents potentiels SpaceX ou Blue Origin...).

Le président de la Mars Society dénonce par contre l'argument mis en avant par les partisans du « tout lunaire », selon lequel nous ne pouvons entreprendre le programme martien avant d'avoir conduit un programme de station orbitale lunaire. Il fait

remarquer qu'on est allé sur la Lune bien avant d'avoir l'ISS ! Et que de toute façon on a aujourd'hui une station spatiale... (le fait qu'elle soit en LEO n'enlève rien à ses capacités de site de qualification).



Des synergies profitables sont possibles entre les programmes Lune et Mars. Ainsi, le BFR martien permettrait d'assurer des allers-retours directs vers la Lune, à un coût sans comparaison avec un schéma basé sur le SLS (et sans besoin d'un atterrisseur lunaire).

(doc. SpaceX)

Il dénonce également le coût des opérations menées par la NASA. Le budget annuel de l'ISS n'a aucune raison de dépasser à l'avenir 1 milliard \$ (au lieu de 3 actuellement) ; le développement de la capsule Dragon2 par SpaceX aura coûté bien moins cher que celui d'Orion... Cela étant, il reconnaît que la NASA, bien que pénalisée par son statut bureaucratique, joue un rôle essentiel en tant que porteuse du rêve spatial américain.

Richard Heidmann

LE SCAPHANDRE X1 EN VEDETTE A LA MISSION MDRS 185

La simulation MDRS 185 a commencé le 16 décembre 2017. Parmi les participants se trouvaient **Thibault Paris** et **Arno Passeron**, élèves de Polytechnique, membres d'APM, qui ont développé l'année dernière le scaphandre pressurisable X1. L'utilisation du scaphandre X1 sur le terrain faisait partie des expérimentations de la mission.



T. Paris et A. Passeron devant l'habitat MDRS, en scaphandre prototype planétaire martien X1 et en combinaison APM, lors d'une sortie de simulation EVA. (doc. T. Paris, A. Passeron, Crew MDRS 185)

Le test d'un scaphandre planétaire martien dans un environnement reconnu analogue est une première pour APM. Outre le X1, prototype prévu pour être évolutif, Arno et Thibault avaient par ailleurs emmené une combinaison de simulation APM pouvant être adaptée aux tailles L à XXL.

Le X1 était équipé d'un contrôleur de drone fixé sur l'avant-bras pour l'expérience Mars Aerial Research Vehicle (MARV), projet d'étudiants du Trinity College de Dublin visant, via une étude des sols et du relief, à vérifier si un véhicule de transport d'échantillons a intérêt à changer de parcours en fonction du poids des échantillons à rapporter pour revenir à sa base.

L'équipe a en quinze jours de simulation :

- testé un GPS ;
- effectué des collectes d'échantillons, en particulier pour comparer les taux de transport, la densité et la taille des sédiments éoliens déposés par des processus analogues sur Mars (expérience « Gone With The Wind ») ;
- réalisé des tests psychologiques ;
- mené l'expérience « Shared Spatial Representation », préparée par **Jean-Mars Salotti** et Baptiste Prebot (laboratoire IMS et Association Planète Mars) ; cette expérience visait à étudier le lien entre la précision de la conscience partagée de la situation et la performance globale de l'équipe ;
- fait des expériences de croissance en serre de plantes (haricots et tomates, aneth... mais pas de patates !), en culture hydroponique pour augmenter les rendements ;
- mené des expériences de groupes, de médecine et de secourisme.

Les sorties d'exploration dans le désert (EVA) sont la partie emblématique du programme de simulation ; une dizaine d'EVA ont été réalisées en quinze jours. Mais le quotidien, c'est aussi l'expérience de vie en base analogue martienne, avec les nombreuses tâches logistiques : réparations sur le chauffe-eau et le générateur électrique, gestion de l'eau domestique, entretien des scaphandres et des véhicules, maintien des conditions de la sécurité...

Ilaria Cinelli, commandante de mission pour la troisième fois, attachait au climat relationnel entre les participants une importance particulière ; elle exprime sur le site Internet de la MDRS son souci de fournir à ses coéquipiers une vision optimiste de leur futur et de ce que peut apporter une mission de simulation, en tant que retour d'expérience et vécu.

La base MDRS a influencé la vie de plus de 181 équipages, presque 800 personnes, tous diplômés et visant des responsabilités au sein d'organisations importantes. Les souvenirs de leur expérience « martienne » les accompagneront pour toujours, comme cela a été le cas pour **Alain Souchier** qui, dès notre première rencontre, nous avait longuement parlé de son expérience à la MDRS.

Laissons le mot de la fin à Thibault Paris : « *Comme promis, des photos sous le soleil avec les deux combis ! Nous sommes en tout cas très contents de notre expérience et nous remercions sincèrement l'APM pour son aide immense depuis le début de cette aventure !... Merci beaucoup. Nous vous souhaitons une superbe année 2018 !* »

Patrick Sibon

UN PROGRAMME QUE L'EUROPE POURRAIT MÊME MENER SEULE

Introduction

Le voyage habité vers Mars ne semble pas d'actualité pour l'agence spatiale européenne. L'ESA ne dispose ni d'un lanceur, ni d'une capsule qualifiés pour le vol humain, les états qui la financent n'envisagent pas à court ou moyen terme de financer leur construction, et la direction de l'agence pousse de toute façon vers le voyage vers la Lune. Malgré tout, il est intéressant de se poser la question de la faisabilité et du coût du voyage martien pour l'Europe, car si une volonté politique naissait soudain, sait-on jamais, il faudrait être capable d'identifier clairement et rapidement le moyen d'y parvenir dans un temps et avec un budget prévisionnel raisonnables. Mieux encore, si le programme pour y parvenir paraît plus simple et abordable que ce que certaines rumeurs scientifiques ou journalistiques colportent (« mille milliards de dollars » entendu récemment sur une chaîne TV), on pourrait également rediscuter les priorités au sein des instances décisionnelles des agences spatiales européennes. L'enjeu n'est donc pas dérisoire.

Posons maintenant le problème de façon plus précise. Si l'Europe cherchait à réaliser un voyage habité vers Mars par elle-même, quel lanceur pourrait-elle retenir et quelle architecture de mission ? Supposons que l'objectif soit d'abord d'effectuer un premier voyage habité aller-retour pour démontrer la faisabilité, donc à coût minimum, risques minimums et en exploitant les technologies les mieux maîtrisées. A l'instar des propositions de SpaceX, on peut envisager un scénario en tout chimique. Nous avons déjà proposé deux architectures de mission qui suivaient ces principes. Premièrement, le concept 2-4-2, où 2 équipes de 2 astronautes sont envoyées dans deux vaisseaux séparés vers Mars. L'inconvénient majeur de ce scénario est le nombre de lancements à effectuer, 6, même s'ils sont répartis sur 2 fenêtres de lancement. Le deuxième scénario est Mars semi-direct « revisité », concept proposé à l'origine par R. Zubrin, auquel nous avons apporté quelques modifications pour tenir compte de plusieurs contraintes, et notamment l'utilisation du SLS et de la capsule Orion, ce qui nous avait amené à 4 lancements lourds¹. Dans le cas présent, de telles options ne peuvent être considérées. Cependant, il est intéressant de reprendre ce scénario pour voir si on peut l'adapter.

Lanceur Ariane Super Heavy

Plusieurs études de lanceur lourd basées sur les capacités de développement d'Ariane 5 ont été publiées. La plus intéressante est sans doute celle qui a été présentée à Valence lors du congrès IAC 2006, car elle indiquait non seulement les capacités de lancement en orbite basse, mais aussi vers Mars, d'une évolution d'Ariane appelée Ariane 5 Super Heavy². Cette fusée était constituée de deux étages. L'intérêt de cette proposition réside dans sa simplicité et dans l'exploitation d'un seul et même moteur Vulcain II. Les choix et dimensionnements tiennent compte de la taille des réservoirs et de la place nécessaire au positionnement des différents systèmes. Le Vulcain II étant déjà opérationnel, les développements menant à la qualification seraient donc relativement réduits.

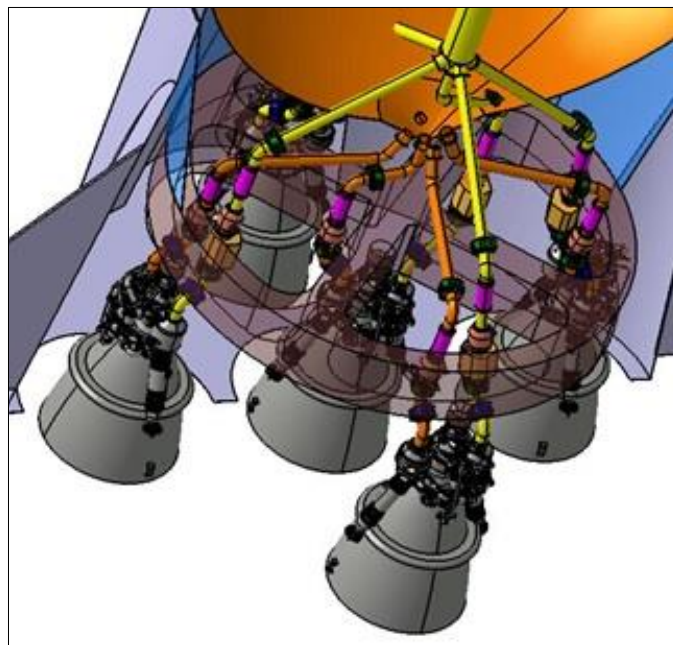


Maquette de projet d'Ariane Super Heavy, réalisée dans les années 2000 (à droite, Ariane 5).

Premier étage : 5 moteurs Vulcain II.
4 propulseurs à poudre

Deuxième étage : 1 moteur Vulcain II.

(doc. Snecma)



Aménagement de la baie de propulsion du premier étage d'un projet d'étage principal Ariane à 5 moteurs Vulcain. (doc. Snecma)

Scénario Mars semi-direct

Le scénario Mars semi-direct proposé par R. Zubrin est conceptuellement relativement simple. Il s'agit d'une part d'envisager un aller simple direct de la Terre jusqu'à la surface de Mars, sans effectuer d'assemblage de vaisseaux en orbite terrestre ou en orbite martienne, et d'autre part d'envisager un retour en revenant d'abord en orbite martienne pour ensuite embarquer dans le vaisseau principal qui revient vers la Terre. Voyons chaque phase du voyage.

Pour aller de la Terre jusqu'à la surface de Mars, la charge utile de notre lanceur lourd est de 35,8 tonnes. C'est moins que la version la plus puissante du SLS. Dans cette capacité, nous

¹ J.M. Salotti, Robust, affordable, semi-direct Mars mission, Acta Astronautica, Volume 127, Oct–Nov, pages 235–248, 2016.

² D. Iranzo-Greus C. Chavagnac, C. Talbot, J. N. Couteau, J. M. Conrardy, The European launcher option for exploration, proceedings of the International Astronautical Congress, IAC-06-D2.7/A3.7.07, Valencia, Spain, 2006.

devons avoir les astronautes avec leur habitat et les consommables qui vont avec, mais aussi le système de propulsion et de freinage permettant de se placer en orbite martienne, puis d'entrer dans l'atmosphère, de se protéger thermiquement, et enfin d'atterrir. Une véritable gageure ? Les contraintes sont fortes, mais il existe certaines options permettant d'y parvenir. Les calculs, effectués en première approximation mais basés sur des données réalistes issues d'études de la NASA, montrent en effet que cela est possible dans les conditions suivantes :

- Réduction à 3 du nombre d'astronautes pour réduire les besoins en consommables ;

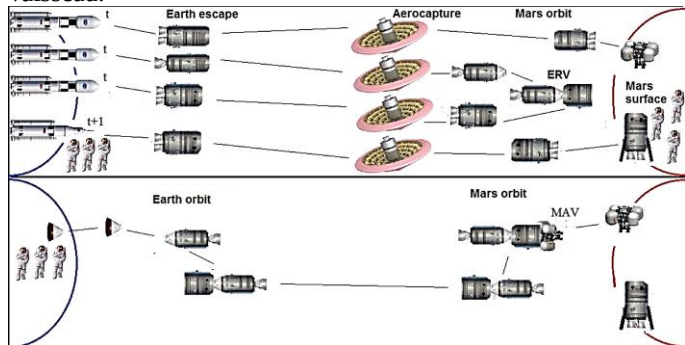
- Aérocapture pour l'insertion en orbite martienne ;

- Protection thermique duale, exploitée pour l'aérocapture et la descente sur Mars ;

- Optimisation des systèmes de descente et d'atterrissage, avec par exemple un bouclier thermique rigide déployable.

- Consommables complémentaires et outils d'exploration (véhicules par exemple) déjà présents sur Mars.

En résumé, il y a besoin d'une première fusée pour amener sur Mars un habitat vide avec consommables et outils. Par mesure de prudence, on n'enverra la fusée avec les astronautes que deux ans plus tard, après s'être assuré de la bonne arrivée du premier vaisseau.



Le scénario Semi-Direct « revisité ». (doc. J.M. Salotti/APM)

Retour vers la Terre

Le retour se fait en deux étapes. D'abord, il faut pouvoir remonter en orbite martienne. Pour cela, le plus simple est d'amener sur Mars une petite capsule dotée d'un système de propulsion et d'une quantité d'ergols suffisante pour effectuer la remontée. Les calculs montrent que même une petite capsule pour 3 astronautes et 48 heures d'autonomie nécessiterait plusieurs dizaines de tonnes d'ergols. Or, nous ne disposons que d'un lanceur lourd d'une capacité d'envoi de 35,8 tonnes vers Mars et il faut prendre en compte tous les systèmes de descente et d'atterrissage. A l'instar de la proposition de R. Zubrin et de la plupart des scénarios NASA, nous pouvons envisager la production d'ergols en exploitant des ressources locales, notamment le CO₂ atmosphérique. Un moteur CH₄/O₂ paraît approprié. En effet, les calculs montrent qu'il suffit de produire l'oxygène tout en apportant le méthane pour qu'une seule Ariane Super Heavy soit suffisante pour envoyer la capsule pour 3 astronautes, le système de remontée et tout le nécessaire à la mise en œuvre de cette option. On peut noter que cet envoi peut se faire avant d'envoyer les astronautes, afin d'assurer que le véhicule de remontée en orbite soit prêt et fonctionnel.

Une fois en orbite martienne, il faut effectuer un transfert de l'équipage dans un vaisseau plus imposant qui doit permettre le retour vers la Terre. Ce vaisseau doit comprendre un système de propulsion pour la manœuvre d'insertion sur une trajectoire de

retour, un habitat pour 3 astronautes avec les consommables qui vont avec et enfin une capsule pour la rentrée atmosphérique finale et l'atterrissage sur Terre. Un tel vaisseau doit en outre être placé en orbite martienne d'attente, ce qui implique des systèmes complémentaires pour l'insertion en orbite, notamment un bouclier thermique si on l'effectue par aérocapture. Dans l'article cité plus haut, il y avait besoin de 2 lancements lourds pour amener les 2 parties du vaisseau en orbite martienne. Les calculs indiquent que c'est encore possible dans le cas présent avec la limite de 35,8 tonnes pour chaque partie, à condition que la masse de la capsule soit nettement inférieure à celle d'Orion. Cette contrainte semble acceptable, car il n'y a que 3 astronautes et il n'y a pas besoin d'une autonomie de 21 jours pour la capsule, qui ne doit servir qu'à l'atterrissage sur Terre.

Programmation et coûts

En résumé, il faudrait en tout 5 lancements avec une Ariane Super Heavy : 3 pour envoyer un vaisseau directement à la surface de Mars et 2 pour envoyer un vaisseau en orbite martienne. Cette proposition fait l'objet d'un rapport interne plus détaillé et d'une publication qui paraîtra prochainement.

Combien coûterait une telle mission ? Pour commencer, il faudrait développer et qualifier Ariane Super Heavy et une capsule capable d'emporter 3 astronautes. Nous avons les moyens d'effectuer de tels développements, qui reposent sur de nombreux éléments et savoir-faire existants. En première approximation, si on se base sur le développement d'Ariane 5, sachant que le Vulcain II n'est plus à développer, cela pourrait prendre 6 ans et coûter de l'ordre de 12 milliards d'Euros. Ensuite, parmi les développements les plus importants, il faut considérer d'une part les systèmes permettant l'aérocapture et l'atterrissage sur Mars, et d'autre part le module habité avec systèmes support vie, spatial ou de surface, en mutualisant autant de sous-systèmes que possible. Une mission robotique de retour d'échantillons, comportant un atterrisseur similaire à celui envisagé pour la mission habitée, permettrait de qualifier les premiers systèmes ainsi que la production d'ergols exploitant les ressources locales³. Une longue mission habitée en orbite terrestre permettrait de qualifier l'habitat de longue durée et d'entraîner les astronautes. Il faudrait sans doute une dizaine d'années supplémentaires pour ces développements et ces qualifications, avec un coût de l'ordre de 20 à 40 milliards d'euros, en tenant compte du maintien en service du lanceur lourd. Cela fait donc un total de 50 milliards, soit environ 3 à 4 milliards par an pendant 15-16 ans. Nous n'avons pas considéré ici les développements liés aux combinaisons spatiales, aux véhicules, à la salle de contrôle, etc. Sans les négliger, leur coût paraît cependant un ordre de grandeur en dessous et ne viendrait probablement pas changer la donne. Il faudrait bien entendu procéder à des calculs plus détaillés, mais pour un coût qui semble à la portée de l'Europe ou même d'un petit consortium de pays européens, il serait dommage que les décideurs s'abstiennent d'un tel investissement par simple méconnaissance de notre capacité à entreprendre un voyage qui ferait date dans l'histoire de la conquête spatiale.

Jean-Marc Salotti

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Richard Heidmann, Dominique Ledevin, Jean-Marc Salotti, Patrick Sibon, Alain Souchier.
Achevé d'imprimer : Objectif numérique, 56100-Lorient.
Dépôt légal : janvier 2018