

PLANÈTE MARS



Numéro 72 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com

juillet 17

ISSN 1772-0370

EDITO

Le séjour de Thomas Pesquet à bord de l'ISS a démontré que, lorsque la volonté de communication des agences et les qualités de communicant de l'astronaute étaient réunies, la présence et les activités humaines dans l'espace soulevaient le vif intérêt des médias et du public. Les phases les plus critiques de la mission telles que sorties dans l'espace et retour sur Terre ont fait l'objet de diffusions en direct et les communications sur les réseaux sociaux ont été nombreuses et variées, soutenues par une riche iconographie due à l'astronaute lui-même. Imaginons ce qu'aurait été cet intérêt s'il s'était agi d'une mission d'exploration d'envergure comme la mission martienne ! Le délai de 3 à 20 mn de transmission entre Mars et la Terre n'aurait pas empêché les terriens de suivre en quasi temps réel les phases d'atterrissage et décollage, les sorties d'exploration sur le terrain, la vie à bord de l'habitat...

Les missions robotiques ne soulèvent pas en général le même enthousiasme que les missions humaines, probablement parce que les hommes ont plus de difficultés à s'identifier à la sonde qu'à un astronaute. La mission Rosetta Philae a toutefois montré que l'intérêt du public était élevé quand la composante exploration d'un monde inconnu et étrange était prépondérante. Or l'exploration humaine de Mars réunira cette composante exploration et la présence de l'homme.

N'oublions pas qu'au-delà des objectifs scientifiques et technologiques, au-delà de la construction d'une coopération mondiale et d'une dynamisation des sociétés accrochée à une part de rêve, l'expansion de l'homme dans le système solaire, par une confrontation à de nouveaux environnements, doit être vue comme une opportunité générale de progrès pour l'humanité.

Laissons pour conclure la parole à Thomas Pesquet dans ces quelques lignes extraites de sa préface au livre « Embarquement pour Mars » de l'association :

« Le voyage de l'humanité vers Mars, c'est le futur proche, réel, tangible, de l'exploration spatiale, et même de l'exploration humaine, tant l'exploration spatiale n'est que la prolongation de la grande aventure, jamais interrompue, de l'exploration par l'homme de son environnement : sur terre, sur mer, dans les airs, sur les cimes montagneuses, dans les abysses, et maintenant, à travers le vide du cosmos. »

Alain Souchier
président

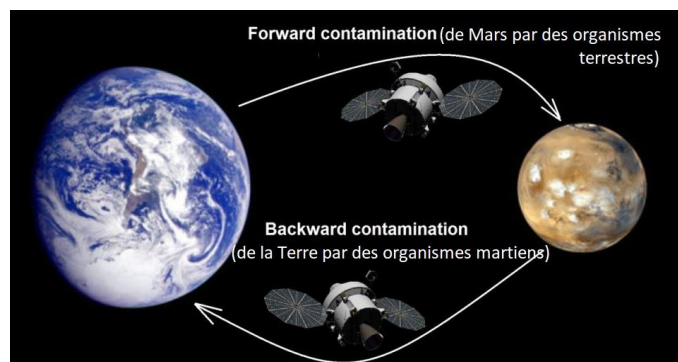
Dans ce numéro :

- Pour une protection planétaire raisonnée p.1
- La vie de l'Association p.4
- ITS : mises en cause, dans l'attente d'une mise à jour p.5
- Un démonstrateur de scaphandre pressurisable p.6
- Un ballon de tourisme p.8

prochain numéro : octobre 2017...

POUR UNE PROTECTION PLANÉTAIRE RAISONNÉE

Mars ayant pu, comme la Terre, faire fonction de « réacteur biogénique », la question des conséquences du séjour de l'Homme à sa surface peut légitimement se poser. Ces conséquences d'une possible vie martienne doivent être envisagées aussi bien concernant l'action de cette dernière sur la vie terrestre (« back contamination ») que concernant l'action des microbes terrestres sur cette vie autochtone (« forward contamination »), étant donné que l'on suppose par principe que les astronautes reviendront sur Terre. Que peut-on faire ? Va-t-on pour autant renoncer à envoyer des hommes sur Mars ? Je ne le pense pas.



Les deux sens de contamination à considérer. Si la « Forward » n'aurait que des conséquences scientifiques, la « Backward » pourrait mettre en danger la vie terrestre.
(doc. NASA)

Un risque théorique extrêmement faible

Tout d'abord il faut dire que la probabilité d'une vie active en surface de Mars aujourd'hui est extrêmement faible. Jusqu'à présent nous n'avons rien trouvé, aucun indice sauf celui d'une habitabilité passée (ce qui ne veut pas dire que la planète a été habitée) et de biomorphes ou éléments carbonés de type biologique dans certaines météorites martiennes. L'atmosphère ne contient aucun rejet métabolique évident, très peu d'oxygène, extrêmement peu de méthane (qui pourrait résulter d'un phénomène géologique). L'omniprésence des UV, des radiations ionisantes et des sels de perchlorates en surface est d'ailleurs extrêmement agressive pour les molécules organiques.

Cela ne veut pas cependant dire qu'une vie martienne soit impossible. Elle pourrait être de type bactérien et endolithique (à l'intérieur des roches), sous protection de corniches naturelles, avec quelques excursions au dehors, en périodes favorables (épaississements de l'atmosphère lors d'épisodes volcaniques ou lors des périodes de fortes obliquités de l'axe de rotation de la planète - qui surviennent environ tous les 120000 ans). Elle pourrait se concentrer en quelques lieux plus humides dans les régions très basses où l'atmosphère est de ce fait plus dense (fond du bassin d'Hellas ?). Surtout elle pourrait s'être réfugiée

en sous-sol lorsque les conditions de surface se sont détériorées, il y a quelques 3,5 milliards d'années, et y avoir persisté, en évoluant, jusqu'à aujourd'hui. Les indices trouvés dans les météorites martiennes (« SNC »), résultant d'extractions profondes dues aux chocs, pourraient être ceux de l'existence de ses lointains ancêtres. En tout état de cause, ce qu'on peut dire sans trop de risque de se tromper c'est que, n'ayant pas à ce jour identifié de rejets métaboliques, cette vie putative devrait être extrêmement pauvre et peu active.

Mais toutefois, à supposer qu'une vie martienne ait existé et subsisté, il faut bien voir qu'elle serait presque certainement structurée sur d'autres éléments biochimiques que la vie terrestre. En effet, celle-ci est très probablement le résultat d'un processus aléatoire (le hasard et la nécessité !), en tout cas d'un processus historique particulier et, s'il est logique que la vie martienne ait utilisé les mêmes éléments chimiques, il n'est pas vraisemblable qu'elle ait utilisé exactement les mêmes molécules complexes. On devrait peut-être retrouver des bases comme l'adénine mais plus on évolue dans la complexification, plus les combinaisons possibles deviennent nombreuses et c'est alors que des possibilités de variation se présentent dans tous les domaines. Ce pourrait être l'utilisation d'acides aminés différents (autres que les 22 protéinogènes que notre vie utilise) ou de constituants différents pour les membranes cellulaires (rappelons que c'est déjà le cas sur Terre pour ce qui est des archées d'une part et des bactéries d'autre part, alors qu'elles sont cousines), des molécules de type ATP mais différentes pour stocker l'énergie, des molécules de type ARN ou ADN mais différentes pour stocker et transmettre l'information, des protéines constituées de chaînes polypeptidiques différentes, des enzymes différentes.

Le résultat, c'est que la vie martienne pourrait se trouver face à la vie terrestre comme une bactérie face à une voiture automobile (pour ne pas dire « une poule face à un couteau » !). Un bémol cependant : quand on ne sait pas trop quoi faire d'un véhicule, on s'intéresse aux pièces détachées et éventuellement aux matières premières dont il est constitué... et c'est ce que pourrait faire une vie martienne. Elle pourrait, sans utiliser directement nos protéines, tirer parti de notre teneur en eau (relativement rare en surface) ou en éléments chimiques également rares sur Mars mais utiles pour elle, et donc nous agresser pour s'en emparer. Prudence !

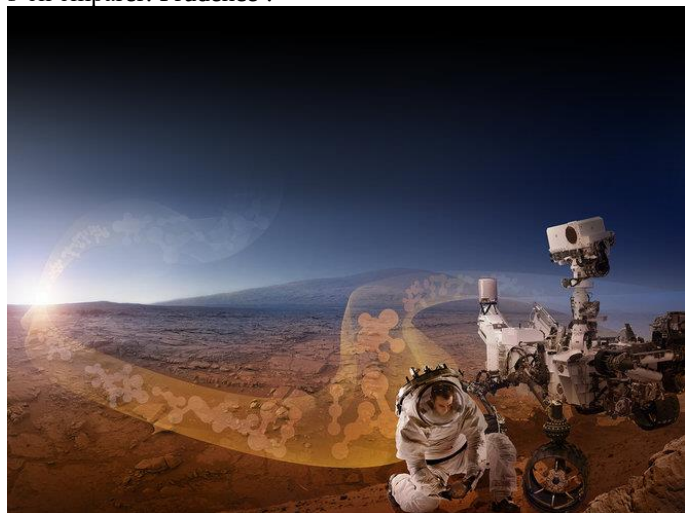


Illustration quelque peu théâtrale du risque de contamination de Mars lié à l'exploration, qu'elle soit robotique ou humaine.
(doc. NASA)

Les durées cumulées du séjour (18 mois) et du voyage de retour (6 mois) devraient suffire comme période de quarantaine (disons au minimum 6 mois pour prendre en compte une « infection » survenant seulement la veille du début du voyage de retour sur Terre). Il serait donc bon qu'un médecin biologiste équipé des instruments d'analyse nécessaires fasse partie de la première expédition afin de détecter et d'étudier les éventuelles troubles sanitaires résultant de l'intrusion d'organismes martiens dans le corps des astronautes. Par ailleurs la plus grande prudence devra prévaloir lors des forages et de l'exploration des grottes ou des gouffres.

La recherche exobiologique reposera sur les mêmes considérations. Dans ce domaine, on s'inquiète beaucoup aujourd'hui de « contaminer » Mars avec des microbes terriens qui pourraient brouiller les pistes. Mais il faut bien voir (1) que le milieu de surface martien est extrêmement hostile aux microbes terrestres et (2) que si on trouve des microbes martiens on devrait pouvoir les identifier sans peine puisque l'histoire de leur structure devrait être différente de la nôtre. Le premier point signifie que même si des microbes terrestres apportés par les astronautes pourraient survivre à l'état de spores, il est assez improbable qu'ils puissent avoir une vie active. Le deuxième point signifie que même si par extraordinaire la vie martienne et la vie terrestre partageaient une origine commune (par échange de météorites ?), leurs histoires auront été tellement différentes que non seulement leur ADN mais aussi leur structure même devraient en porter des traces originales rendant l'identification facile.



Les sondes automatiques envoyées sur Mars sont soigneusement stérilisées, mais on ne peut garantir « zéro germe ». Ici l'atterrisseur Schiaparelli de l'ESA en cours de préparation.
(doc. ESA)

Une politique de protection planétaire proportionnée

Le risque est trop grave (destruction de la vie terrestre) pour être négligé. Mais sa probabilité est tellement faible que nous devrions pouvoir l'aborder sans prendre une position a priori et radicale contre l'installation de l'Homme sur Mars. Autrement dit, la protection planétaire est une nécessité dans les deux sens (« back contamination » et « forward contamination »), mais elle doit cependant être raisonnée et adaptée aux exigences découlant de l'arrivée progressive des hommes sur Mars. Les spécialistes de cette discipline doivent en être conscients, car elle ne saurait constituer un obstacle durable à l'exploration. A défaut d'être réalistes, les règles seront tout simplement contournées. Il s'agit de construire et d'adapter en fonction des

connaissances acquises les conditions d'une arrivée de l'Homme en toute sécurité planétaire, plutôt que d'imposer a priori des règlements radicaux inadaptés.

On constate que le sujet est largement absent de la description des projets tels que ceux d'Elon Musk (SpaceX), de Robert Zubrin (Mars Society) ou de Bas Lansdorp (Mars One). En fait les ingénieurs le dédaignent, alors que les exobiologistes « ne pensent qu'à ça ». Ce sont les ingénieurs qui vont rendre possibles les missions habitées et les exobiologistes ne pourront pas empêcher de les réaliser, sauf à instiller la peur chez le grand public, sur lequel s'appuient les politiques qui décident les programmes. Si l'exploration de Mars par vols habités était abandonnée pour ce seul motif, ce serait extrêmement regrettable pour l'avenir de l'Homme dans l'espace mais aussi pour le progrès de la connaissance (car l'étude de Mars sur le plan exobiologique, dans son présent et surtout dans son passé, ne pourra vraiment se poursuivre que si l'homme débarque sur Mars avec les moyens de recherche appropriés). Il faut donc trouver une solution de synthèse entre l'impatience des uns et les exigences des autres.

Le COSPAR (« Committee on Space Research », groupe scientifique international qui fait autorité en matière de protection planétaire) a proposé que soient déterminées à la surface de Mars des régions spéciales (« Martian Special Regions », « MSR ») qui comprendront tout territoire « *within which terrestrial organisms are likely to replicate and those potentially harboring extant Martian Life* » (où des organismes terrestres pourraient proliférer ou bien pouvant supporter une vie martienne active). Il veut en exclure toute présence humaine et recommande d'envoyer les missions habitées se poser sur les « Zones of Minimal Biologic Risks » (« ZMBR ») qui sont des zones « sans carbone organique » et sans eau liquide ! Ces propositions ont été retenues par la NASA et par l'ESA. C'est beaucoup trop demander car le carbone « organique » n'est pas automatiquement la vie (loin de là !) et encore moins la vie active. Cela est de plus totalement inacceptable pour les ingénieurs qui comptent sur l'eau martienne comme l'un des éléments essentiels à l'ISPP (la production de propergol à partir des ressources locales). En effet, la mise en œuvre de l'ISPP est essentielle à un transport de masses suffisantes pour établir une base sur Mars (production in situ des ergols pour le retour vers la Terre) et pour le fonctionnement de toute base (l'eau terrestre sera recyclable mais il y aura des pertes). C'est un peu plus acceptable pour les exobiologistes car l'étude à distance, par robots interposés commandés en direct, des « spots » de vie potentielle pourrait s'accommoder d'une présence d'opérateurs humains dans le domaine martien qui respecterait ces zones d'exclusion.

Il faudrait, au contraire de ce qui est préconisé par le COSPAR, que le vol préparatoire à la première mission habitée (dans tous les projets, il en est prévu au moins un) choisisse de se poser sur la MSR prévue pour servir d'implantation à la future base et évalue le mieux possible la dangerosité biologique du lieu. Cela implique des prélèvements d'échantillons d'eau et de roches martiennes qui seront mis en culture en présence de réactifs significatifs. On pourrait aussi évidemment convenir que lors des missions habitées, les astronautes évitent de polluer la planète (à la différence par exemple de ce qui s'est passé sur la Lune...ou

de ce qui se passe dans le film « Seul sur Mars »). Ce dernier principe ne devrait pas soulever d'objection pourvu qu'il n'implique pas des niveaux de stérilisation impossibles à atteindre pour les équipements en contact avec l'extérieur.

Les puristes de la protection planétaire pourraient considérer cette approche insuffisante, estimant :

(1) que nous risquons de contaminer le milieu martien par des bactéries terriennes qui trouveront un milieu favorable à leur reproduction et qui ensuite pourront être transportées sur toute la surface du globe par les vents martiens ;

(2) que le risque de contamination des astronautes par le milieu martien ne sera pas totalement levé (difficulté d'évaluer les effets d'un pathogène potentiel que l'on ignore totalement).

Cependant, comme dit plus haut :

(1) la totalité de la surface de Mars ne saurait être contaminée par des microbes terriens, compte tenu des conditions hostiles à la vie régnant en surface ;

(2) les microbes martiens putatifs devant forcément présenter des caractéristiques génétiques et structurelles différentes des microbes terriens, l'on pourrait toujours les identifier, même après éventuelles interactions avec des êtres vivants terriens ;

(3) le temps de retour des astronautes sur Terre constituera une période de quarantaine suffisamment longue pour qu'on puisse éventuellement déceler des infections et décider de différer leur retour sur Terre. On peut, si cette extrémité s'avérait nécessaire, imaginer de les laisser en observation en orbite terrestre où ils pourraient être soignés dans un vaisseau plus vaste que celui de retour de Mars. In fine, on pourrait même choisir de ne ramener sur Terre que les astronautes, en expédiant dans l'espace le vaisseau et les équipements ayant « touché » Mars. Les astronautes qui partiront devront être conscients de ce risque et l'accepter mais il n'y en aura que très peu qui, après avoir pesé le « pour » et le « contre », refuseront l'aventure.

Au XVI^{ème} siècle les conquistadores n'avaient aucune idée (et aucun intérêt) pour l'approche scientifique que nous avons adoptée depuis longtemps, ni des technologies biochimiques que nous avons développées. Ce fut dramatique pour les populations américaines décimées par les maladies communes en Europe (variole, diphtérie, typhus, grippe, rougeole) et, dans une mesure beaucoup plus réduite, pour les populations européennes qui découvrirent ainsi la syphilis. Nous n'en sommes plus à ce niveau d'inconscience et d'incompétence, et une gestion prudente ne signifie pas que « faire quand même » veuille dire « faire n'importe quoi ».

Pierre Brisson

Référence :

https://planetaryprotection.nasa.gov/file_download/95/Rummel.PPHumansHistory2015.pdf

LA VIE DE L'ASSOCIATION

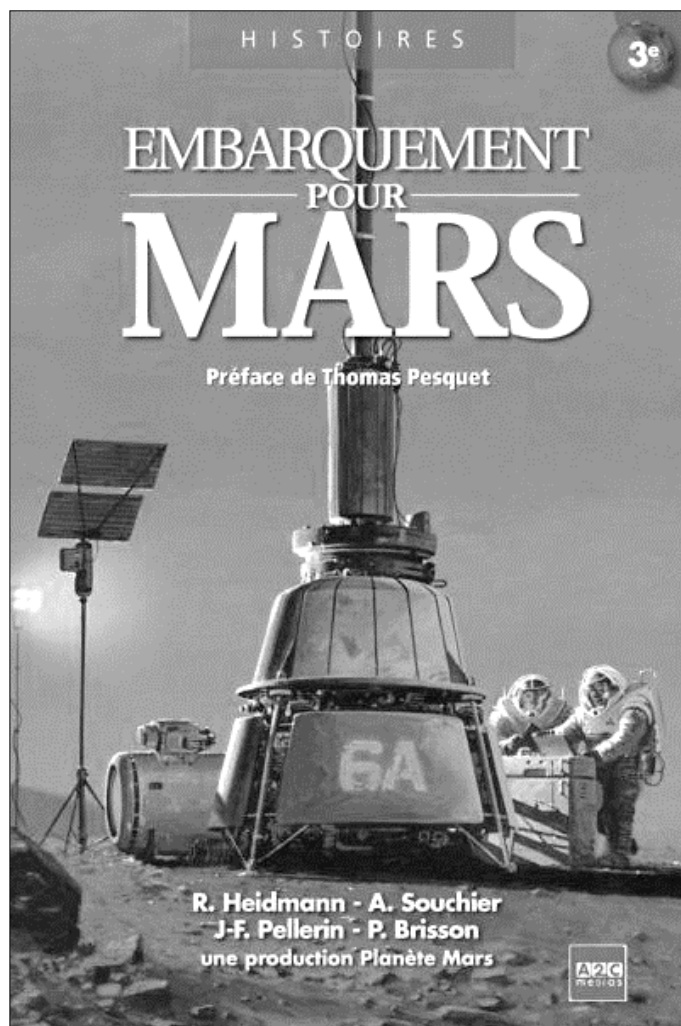
Le 11 avril **Richard Heidmann** est intervenu dans l'émission « La Méthode scientifique » sur France Culture sur le thème des voyages spatiaux futurs et des modes de propulsion qui permettront ces voyages.

Le 21 avril **Alain Dupas** a traité « La colonisation du système solaire aura-t-elle lieu ? » au Ministère de la Recherche.

Le 22 avril s'est tenu le **Conseil d'Administration** de l'association en présence des nouveaux administrateurs **Aline Decadi** et **Philippe Clermont**. **Alain Souchier** a été reconduit dans ses fonctions de président.

Charles Frankel est intervenu dans l'émission « Les Savanturiers » sur France Inter le 23 avril pour parler de l'exploration martienne, puis le 28 avril à l'observatoire de Marseille sur le même thème.

En mai est parue la 3^{ème} édition du livre « Embarquement pour Mars », rédigé par des membres de l'association, sous la coordination de **Jean-François Pellerin**.



Embarquement pour Mars, édité chez A2C Médias. La couverture, due à Manchu représente une installation de forage.

(doc Manchu/APM/ A2C Médias)

Le 13 mai, **Richard Heidmann** a tenu une séance de signatures de son roman « *Alerte à Mars City* » à la librairie « La compagnie des livres » à Vernon. A cette occasion, il a procédé à la première dédicace de la nouvelle édition d'« Embarquement pour Mars », qui venait juste d'arriver en magasin.

En mai, **Jonathan Barbier** a mis en ligne une vidéo dans laquelle **Jean-Marc Salotti** donne des explications sur son livre « Genèse martienne », paru au printemps dernier.

Le 24 mai a eu lieu la soutenance du projet d'un groupe d'élèves de Polytechnique qui avaient contacté l'association en mai 2016 pour les supporter dans la réalisation d'un scaphandre pressurisable. **Armande Zamora**, **Patrick Sibon** et **Alain Souchier** sont intervenus dans le projet. Voir l'article dédié dans ce bulletin (page 6).

Le 1^{er} juin a aussi eu lieu la soutenance d'un autre projet d'élèves de Polytechnique, celui d'un ballon martien pour touristes, dont le tutorat a été assuré par **Richard Heidmann**. Voir également l'article dédié (page 8).

Le 3 juin la vidéo « Mars Society » a été projetée à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes à Paris. Cette vidéo a été réalisée par Giulia Grossmann début 2015, avec le concours de l'Association, et met en scène son scaphandre de simulation et ses maquettes de base martienne.

Le 24 juin, **Alain Souchier** a donné une conférence, à l'occasion du Salon de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget, sur le thème « *L'exploration de Mars et le projet d'arrivée de l'Homme* ». Manifestation organisée par l'Association Générale des Élèves Pilotes de l'Aviation Civile. Et le 25, **Jean-François Pellerin** a dédicacé « Embarquement pour Mars » sur le stand que l'IPSA tenait au Salon.

Le 28 juin, **Richard Heidmann** est intervenu dans l'enregistrement d'une émission de Sciences & Vie TV sur les thèmes de l'exobiologie (traité par Michel Viso, du CNES) et de la colonisation. La date de diffusion ne nous est pas encore connue.

Congrès Européen de la Mars Society

Rappel : le congrès annuel européen de la Mars Society se tiendra du 22 au 24 septembre, dans le cadre exceptionnel de la ville d'Innsbruck. L'événement aura lieu à l'université d'Innsbruck. Lors de la manifestation, le laboratoire ÖWF, qui travaille sur les scaphandres analogues Aouda, pourra être visité. Les inscriptions sont ouvertes, et le site de l'organisation accessible via le site de Planète Mars (rubrique Agenda).



Innsbruck. (doc. A. Souchier)

ITS : MISES EN CAUSE, DANS L'ATTENTE D'UNE MISE A JOUR

Dès sa présentation par Elon Musk au Congrès d'Astronautique (IAC) de septembre dernier, le projet de système de transport interplanétaire de SpaceX a fait l'objet de critiques, en particulier de la part de Robert Zubrin. Au niveau de notre association même, tandis que j'avais publié, avant l'IAC, une version « pressentie » de ce à quoi on pouvait s'attendre, **Pierre-André Haldi** a procédé de son côté à une analyse critique approfondie (cf. ses articles des N° 70 & 71). Ces critiques touchent soit à des choix de configuration mettant en cause tel ou tel élément du système, soit, plus fondamentalement, à la philosophie de conception d'ensemble.

Elon Musk a annoncé qu'il présenterait une mise à jour du projet « d'ici quelques mois » (à l'IAC 2017 ?). Nul doute que SpaceX aura analysé les contre-propositions qui ont vu le jour, dont voici les traits essentiels.

-Réutilisabilité totale : principe reconnu capital, mais qui peut souffrir des exceptions aux yeux de certains ; ainsi, R. Zubrin propose de ne pas faire redécoller de Mars les vaisseaux, qui pourraient servir d'habitat (et de réservoirs d'ergols).

-Système monomodule : c'est, avec la réutilisabilité totale, l'autre principe fondateur de la conception SpaceX, conditions d'un coût de transfert minimal, mais aussi d'un coût d'investissement acceptable. Ce principe est critiqué en ce qu'il ne maximise pas la charge utile. Propositions alternatives :

-Introduction d'un 3^{ème} étage propulsif pour l'élancement vers Mars ; le 2^{ème} étage du projet SpaceX propulserait à une vitesse juste inférieure à la vitesse de libération le vaisseau martien, qui assurerait lui-même le complément de ΔV ; ainsi, le 2^{ème} étage pourrait lancer plusieurs vaisseaux au cours d'une même fenêtre, améliorant la productivité ;

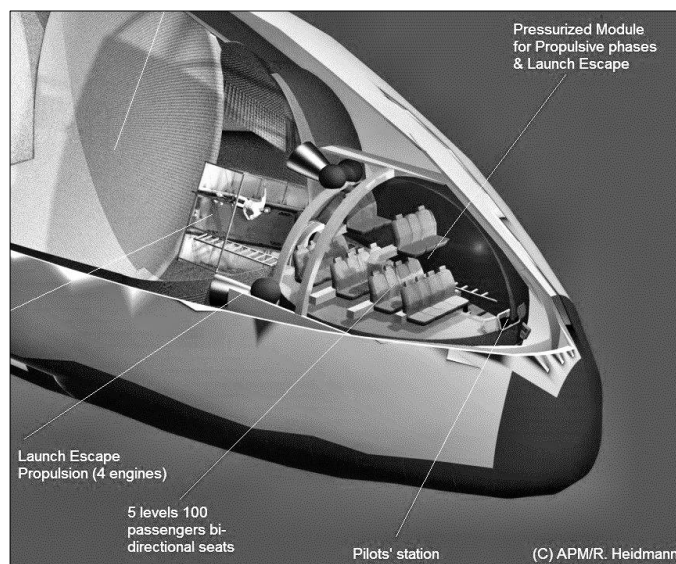
-Architecture à navettes orbitales : les transferts sont assurés par un vaisseau interplanétaire entre orbites terrestre et martienne, et descente et remontée sol-orbite sont confiées à des navettes-taxis orbitales. Inconvénients : nombre de modules, complexité accrue des opérations, ravitaillement du vaisseau en ergols martiens. Mais gain en performance.

-Transferts courts : E. Musk souhaite des transferts rapides (3 à 4 mois), pour l'agrément des passagers et, surtout, pour réduire la dose de radiations de leur voyage ; R. Zubrin préfère la trajectoire aller dite de « libre retour » (6 mois) qui permet de regagner automatiquement la Terre en cas de besoin et, surtout, qui économise des ergols, au profit de la charge utile. C'est un point capital. Il est clair que si la première colonie devait être une destination touristique, la version courte serait considérablement plus attractive au plan marketing.

-Avitaillement orbital : SpaceX accepte d'avoir recours au transfert d'ergols en apesanteur, mais sans indiquer par quel moyen... Suffirait-il d'y procéder en créant une accélération minimale à l'aide de moteurs auxiliaires ? Ou doit-on envisager le transfert de réservoirs complets ? Point jugé critique.

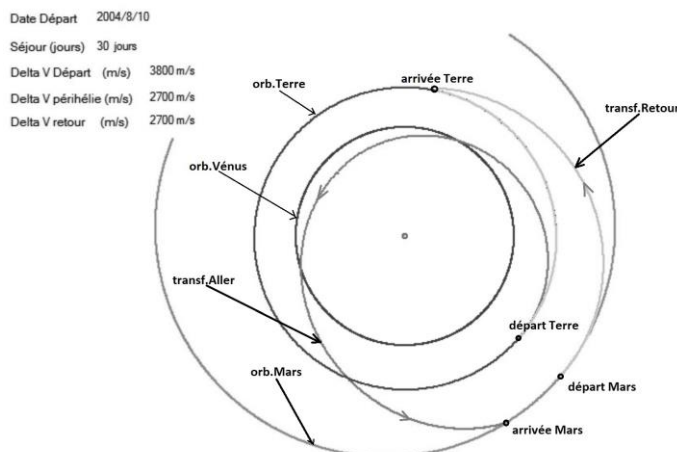
-Système de secours : le projet SpaceX n'offre pas de système d'éjection en cas de problème au lancement ; SpaceX considère-t-elle qu'il est cohérent de s'en dispenser (comme ce fut décidé pour la Navette Spatiale), vu les objectifs de fiabilité assignés au système ?

-Taille du lanceur : la masse au décollage de 10000 tonnes est jugée dangereuse pour les passagers et le pas de tir. Des architectures alternatives demandent des valeurs moindres.



Projet de capsule éjectable, où seraient les passagers au lancement.

-Stratégie de déploiement de la flotte ITS : avec des trajectoires du type dit de conjonction (le plus économique en ergols), les vaisseaux reviendraient trop tard pour utiliser la fenêtre suivante ; leur cycle opérationnel serait donc de 2x26 mois... Une solution serait de recourir au type dit d'opposition, mais en alternant le mode direct (aller rapide, retour long) et le mode inverse (aller long, retour rapide), de façon à offrir régulièrement des retours courts. Quelle sera la stratégie de SpaceX ?



Exemple de transfert du type opposition, en mode inverse ; l'aller longue durée (affecté au cargo), suivi d'un retour courte durée (affecté au retour de passagers) permet un retour avant la fenêtre suivante (durée totale 16 mois), mais coûte cher en ergols. (doc.R. Heidmann)

-Nombre de moteurs : SpaceX a limité à 300 tonnes la poussée unitaire du Raptor, niveau moins coûteux à développer, compatible avec les moyens Merlin (même taille) et adapté à d'autres marchés. D'où le nombre de 42 moteurs, jugé par certains inquiétant en termes de fiabilité.

-Gravité artificielle : SpaceX ne l'a pas prévue, probablement du fait des durées de transferts réduites considérées...

-Générateur électrique : la solution solaire est plus simple et moins coûteuse qu'un générateur nucléaire. Un réacteur nucléaire imposerait une architecture longiligne, permettant d'en éloigner les passagers et de minimiser l'écran protecteur.

Richard Heidmann

PROJET X1 : UN DÉMONSTRATEUR DE SCAPHANDRE PRESSURISABLE

En mai 2016, un groupe de 7 élèves de Polytechnique avait contacté l'association Planète Mars à la recherche d'un tuteur pour leur projet de réalisation d'un démonstrateur de scaphandre marin. L'ambition était grande puisque ce scaphandre devait pouvoir être pressurisé comme un « vrai » même s'il n'était pas prévu d'avoir un cobaye à l'intérieur pour cet essai. C'est une première pour une équipe d'étudiants.



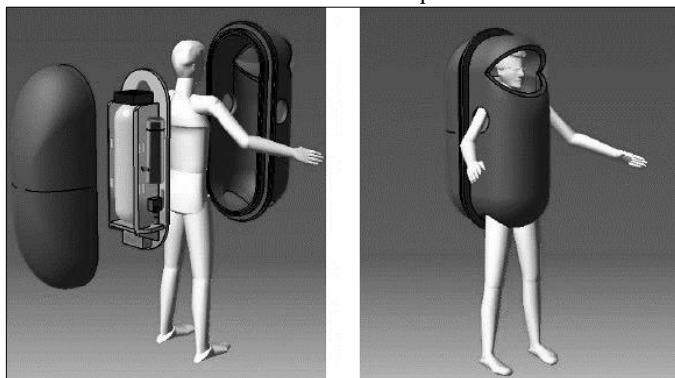
Toute l'équipe peu avant la présentation devant le jury le 24 mai. De gauche à droite : Antoine, Thibault (dans la sous-combinaison qui comporte les circuits de refroidissement), Quentin, Cédric, Benjamin, Alfred et Arno. Au sol la partie rigide du scaphandre vue de côté, avec la porte d'entrée au-dessus, les équipements (bouteille d'air, réfrigération, ventilation) étant situés dans le renflement de la porte.

(Doc. A. Souchier)

Ce travail faisait partie des PSC, Projets Scientifiques Collectifs, que les étudiants doivent conduire en 2^{ème} année. L'objectif était de réaliser un scaphandre simple, disposant des fonctions de base, dont l'autonomie est limitée à 30 mn.

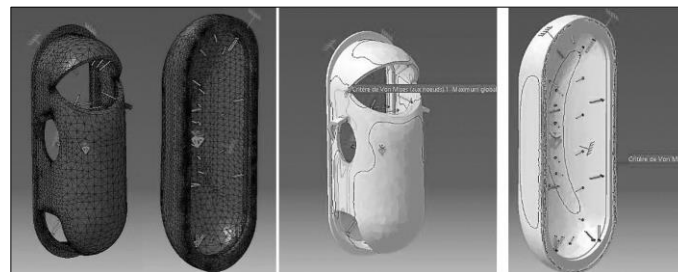
La solution choisie a été celle du scaphandre à entrée dorsale (comme le scaphandre Orlan russe), ce qui permettrait, en utilisation opérationnelle sur Mars, l'accostage arrière avec l'habitat et la sortie de l'astronaute vers l'intérieur sans y faire entrer la poussière extérieure. L'ensemble torse rigide est obtenu par impression 3D. Le matériau plastique a été sélectionné après des essais de traction jusqu'à rupture.

Le scaphandre est réfrigéré, contrôlé en température et équipé de radio et divers accessoires électroniques.

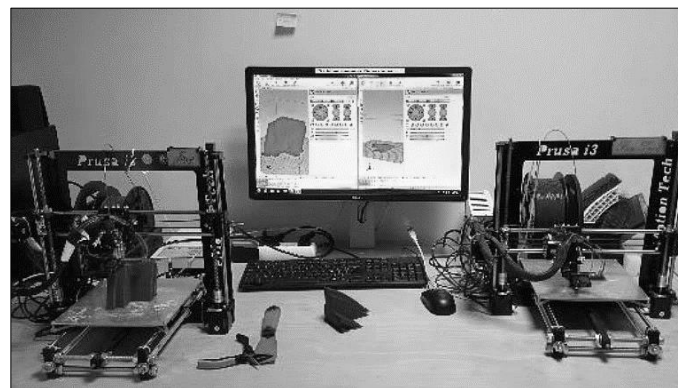


La partie rigide a fait l'objet d'une modélisation.

(doc. Projet X1)



La structure a été modélisée (à gauche) avec un maillage tétraédrique, ce qui a permis ensuite les calculs des déplacements et contraintes (à droite) sous l'effet de la pression interne pour dimensionner correctement cette partie du scaphandre.



L'un des deux modules de production : un ordinateur couplé à 2 imprimantes 3D. Le groupe a assemblé quatre imprimantes 3D pour répondre au besoin de production des 230 pièces de la partie rigide. La production s'est effectuée 24 h sur 24. Le temps d'élaboration d'une pièce de 10 cm s'élevait à 5 h.



Finitions sur la partie rigide à Polytechnique, le 4 mai.

(docs Projet X1)

L'utilisation de l'impression 3D et la simplicité des équipements devraient rendre possible les réparations dans les conditions industrielles a priori spartiates des premières expéditions martiennes.

Armande Zamora et Patrick Sibon, qui avaient déjà conçu et réalisé les scaphandres de simulation de l'association, ainsi que la partie combinaison gant du scaphandre de simulation de la Comex, Gandolfi 2, ont été particulièrement mis à contribution pour la réalisation des parties souples, avec, cette fois, un objectif d'étanchéité et résistance aux efforts internes de pressurisation. Un week-end de travail en commun s'est déroulé à Auriol début mai.



Travail sur les parties souples: collages à gauche, gant à droite.



(docs. A. Zamora et P. Sibon)

Habillage à Auriol. Le voyage en TGV Paris Marseille, avec le matériel volumineux, n'a pas été une mince affaire.



A gauche un soufflet de coude équipé de tirettes guidées pour ne pas s'allonger ou se mettre en zigzag sous l'effet de la pression. A droite les gants et équipements de poignet.

La soutenance de projet devant un jury (avec participation APM) a eu lieu le 24 mai 2017. Les élèves ont reçu les félicitations du jury et la meilleure note possible.

Le scaphandre n'est pas encore dans sa configuration définitive et les travaux vont continuer. L'aventure va se poursuivre avec des présentations en congrès et probablement une mission dans l'installation de simulation MDRS de la Mars Society, dans le désert de l'Utah, en 2018.

A. Souchier



La porte d'accès dorsale ouverte



Le système de réfrigération et ventilation est en place dans l'épaisseur de la porte, mais pas encore la bouteille d'air. (docs. A. Souchier)



Le scaphandre de face et de côté, cette dernière vue montrant bien la porte d'accès dorsale.



La présentation au jury, en tenue. (doc. A. Souchier)

UN BALLON DE TOURISME

L'Association a parrainé cette année deux « projets scientifiques collectifs » d'élèves de l'École Polytechnique, l'un sur la réalisation d'un scaphandre de simulation pressurisable (cf. l'article page 6), l'autre sur un projet de ballon de « loisir touristique », thème retenu suite à discussions avec l'APM, étant entendu que l'équipe souhaitait se consacrer à un sujet relatif à une future colonie. Nos réflexions nous ont en effet conduits à considérer que le tourisme d'aventure (pour clients fortunés !) pourrait constituer la ressource financière principale d'une première colonie (cf. l'étude « Un modèle économique pour une colonie martienne de 1000 résidents », publiée sur notre site).

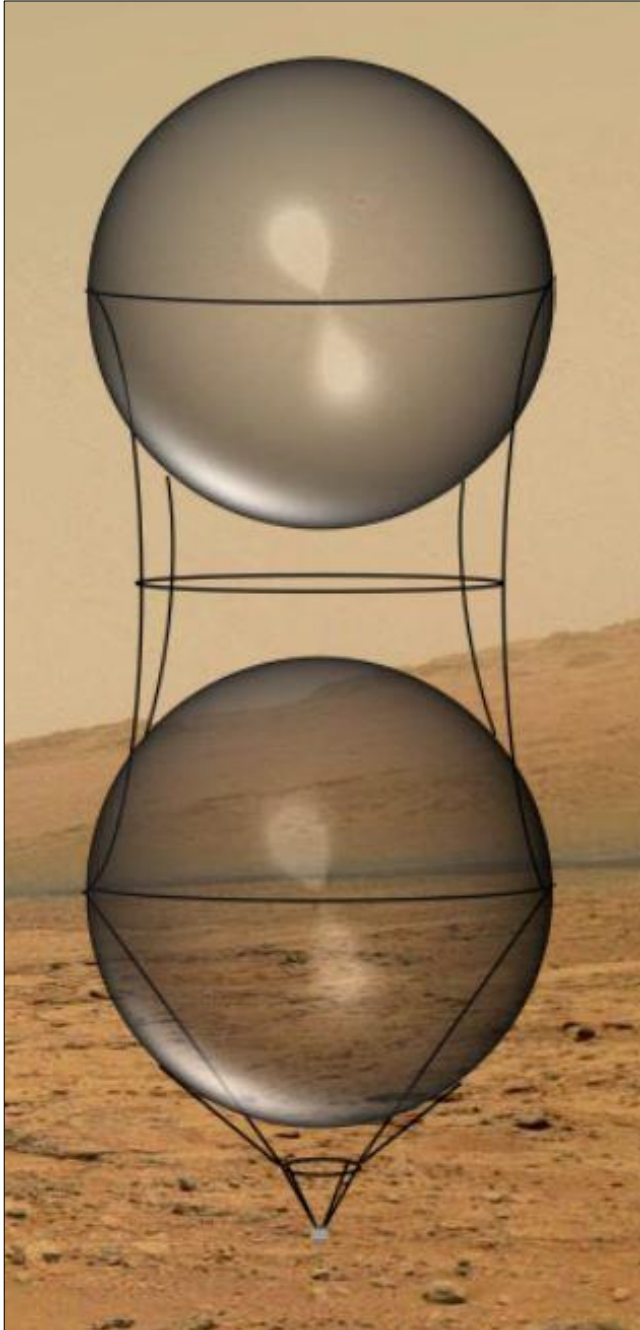


Illustration du concept retenu par les étudiants de l'X, avec le soutien de l'APM, comportant deux ballons de 40 m de diamètre ; la nacelle (en-dessous) emporte trois « aréonautes ». (doc. Groupe X « Ballon »)

En optant pour ce thème attractif, les étudiants n'ont pas choisi la facilité ; ils ont été avertis que, compte tenu de la très faible densité de l'air martien, le ballon devrait nécessairement posséder à la fois de grandes dimensions et une très faible épaisseur d'enveloppe. Se poseraient de ce fait des problèmes de différentes natures : confection de l'enveloppe, gonflage, modes opératoires de décollage et d'atterrissage et, par-dessus tout, possibilité de trouver un matériau de performances suffisantes. Mais, suite à un travail couvrant l'ensemble de ces aspects, ils ont abouti à un résultat qui, même s'il mérite approfondissement, constitue un dossier très sérieux sur la question et ne conduit pas à condamner l'idée d'un futur loisir de « ballooning » martien.



Une partie de l'équipe, qui comprenait un total de 7 membres.

La qualité de ce travail a d'ores et déjà été reconnue puisque l'équipe, qui participe au concours international organisé par la société **Mars City Design**, vient d'être retenue parmi les finalistes ! De ce fait, elle participera au séminaire organisé début août à Los Angeles. Nous rendrons compte plus en détail du projet et des résultats de cette mission et du concours dans notre prochain numéro (octobre 2017).



L'affiche d'appel à contributions au concours international de « Mars City Design », pour lequel l'équipe est finaliste.

Richard Heidmann

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Richard Heidmann, Alain Souchier.
Achevé d'imprimer : QuadriCopie 27200-Vernon.
Dépôt légal : juillet 2017