



PLANÈTE MARS



Numéro 67

Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com avril 16

ISSN 1772-0370

EDITO

Depuis la fin du programme Apollo et la décision des Américains de ne pas lui donner son prolongement naturel - le débarquement sur Mars - les passionnés ont attendu la relance de la grande aventure astronautique. Leur espoir sembla se concrétiser en 1989, lorsque le président Bush (senior) annonça que les États-Unis allaient retourner sur la Lune, puis entreprendre le vol vers Mars. Mais la démesure du plan proposé par la NASA ruina toute perspective de concrétisation. Jusqu'à ce que, en 2005, le président Bush (junior), confronté au doute engendré par l'accident de Columbia, décide de ne pas arrêter les vols spatiaux, mais au contraire de leur redonner leur véritable justification : l'exploration humaine du système solaire. Avec le lancement du programme Constellation, la grande décision tant attendue semblait enfin prise... jusqu'à ce que le président Obama annule en 2009 le programme, jugé (à juste titre) doté de ressources budgétaires insuffisantes.

Malgré cette nouvelle déception, notons que, pour la première fois de façon aussi nette et répétée, la volonté de relancer la conquête spatiale est depuis réaffirmée. De plus, fait capital, Mars est clairement désignée comme le but à atteindre. Et la NASA communique largement sur les travaux préparatoires qu'elle mène à cette fin.

Certes, toujours pas de décision d'un grand programme, avec des engagements précis d'aboutissement ; on est donc loin de revivre la promesse exaltante du lancement d'Apollo ! Pourtant, même si cette programmation « molle » laisse craindre une dispersion des ressources, l'émergence d'objectifs parasites et des reports répétés, la perspective martienne s'est améliorée. On ne sait toujours pas quand ni comment nous aboutirons, mais au moins le leader a-t-il enfin adopté une posture politique favorable, et lancé des travaux utiles.

Ce contexte de « petits pas » risque de perdurer ; sans doute faut-il en prendre acte, mais aussi profiter de sa flexibilité intrinsèque pour chercher à optimiser ses orientations et réveiller ses acteurs. De ce point de vue, la montée en puissance de l'initiative privée (SpaceX, Blue Origin, Bigelow...) pourrait bien s'avérer l'aiguillon manquant à sa dynamique, non seulement par la mise à disposition de moyens innovants, mais aussi par son investissement direct dans le projet.

Richard Heidmann
vice-président

Dans ce numéro :

-L'apport de MAVEN	p.1
-La vie de l'association	p.3
-Habillage du scaphandre COMEX	p.5
-L'Inde célèbre l'anniversaire de MOM	p.6

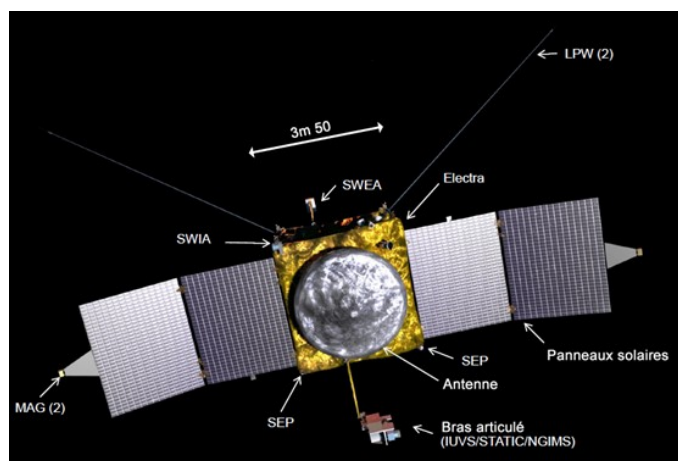
prochain numéro : juillet 2016...

L'APPORT DE MAVEN

Cédric Gillmann, Dr de l'Institut de Physique du Globe de Paris en poste à l'Observatoire Royal de Belgique, est un spécialiste de l'atmosphère martienne. Membre de la Mars Society Switzerland et de l'Association Planète Mars, il a fait pour notre association le point des avancées dans la connaissance de Mars qu'a permis cette sonde de la NASA, qui opère autour de Mars (avec un apoastre de 6000 km et un périastre de 150 à 125 km) depuis Novembre 2014.

L'intégralité de son compte rendu et de sa réflexion peut être lue sur le site web de l'association planète Mars (pages réservées aux membres). Elle traite des points suivants : Pourquoi MAVEN ? MAVEN, qu'est-ce que c'est ? Qu'a donc vu MAVEN (échappement atmosphérique et étude de l'atmosphère) ? Quelles conséquences pour l'histoire de Mars ? Nous publions ici, après le début de l'introduction de la note, sa dernière partie et sa conclusion.

Pierre Brisson



La sonde MAVEN et les instruments scientifiques embarqués.

(doc. NASA)

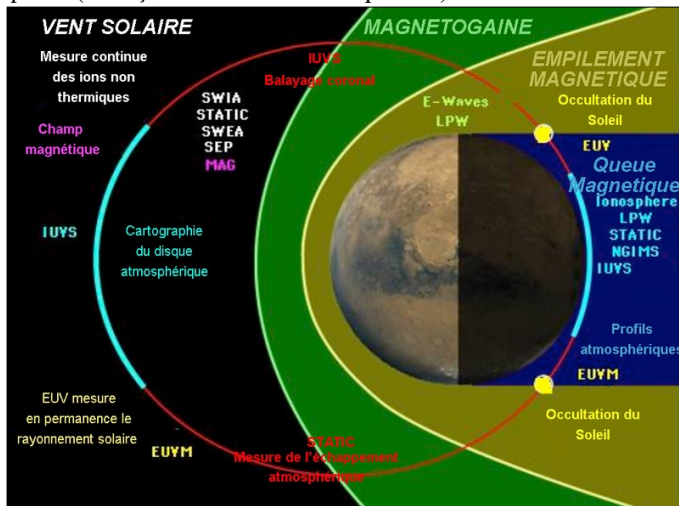
La sonde MAVEN (pour Mars Atmosphere and Volatile EvolutionN) a beaucoup fait parler d'elle dans les médias au dernier trimestre 2015, avec de nombreux communiqués sensationnels sur l'existence d'un ancien océan martien. Son but principal est de nous permettre de mieux comprendre l'évolution des conditions de surface de Mars à travers l'étude de son atmosphère, et en particulier l'étude de la perte des gaz qui composent celle-ci.

Quelles conséquences ont aujourd'hui les observations de MAVEN pour la connaissance de l'histoire de Mars ?
Des avancées dans la connaissance de la planète ?

La réponse à cette question est finalement assez simple : en bref, « pas grand-chose pour le moment ». Les amateurs de révélations fracassantes pourraient donc être un peu déçus par les réponses apportées par MAVEN. Les scientifiques avaient déjà bien préparé le terrain auparavant et

avaient eu le temps de penser le problème sous de nombreux angles depuis des années. Il est donc relativement peu probable que des mécanismes inexpliqués ou des phénomènes inédits soient découverts.

MAVEN n'est en effet pas faite pour être un pionnier et donner des explications grossières « avec les mains ». MAVEN est fait pour apporter des données chiffrées fiables qui permettent de quantifier les phénomènes. La phase de découverte et de formulation de scénarios « en gros » appartient au passé, pour cet aspect de Mars, et les chercheurs tentent de distinguer ces théories à partir des mesures. Il faut donc nécessairement appuyer les scénarios concurrents sur des chiffres. « Une partie de l'atmosphère a été perdue » n'est plus un argument suffisant quand MAVEN peut nous permettre de savoir combien et quand (de façon raisonnablement précise).



Orbite de MAVEN autour de Mars et différentes régions traversées.
(doc. d'origine : NASA)

Et comme on l'a montré précédemment (*NdE : dans le corps de la note*), MAVEN a bel et bien donné des précisions sur l'échappement atmosphérique et permis de préciser notre connaissance des pertes actuelles (peut-être de façon incomplète pour le moment). MAVEN nous a surtout donné accès à certaines des données les plus prometteuses sur la façon dont les mécanismes d'échappement réagissent aux changements dans l'intensité du flux solaire. Cette idée n'est pas toute neuve : on se doute depuis longtemps qu'un flux solaire plus intense (en particulier dans le vent solaire ou les extrêmes ultraviolets) pouvait se traduire par des pertes atmosphériques plus grandes. Mais MAVEN nous a donné des points de référence qui serviront à calculer et quantifier l'évolution précise

de ces pertes au cours de l'histoire de Mars. Pour le moment, ces calculs n'ont pas été publiés ni testés. Pour cette raison, la différence entre les scénarios pré-MAVEN et les scénarios qui incorporent les nouvelles données n'est pas encore quantifiable. Donc on ne peut pas a priori dire si les changements seront vraiment importants. Même s'il semble logique que les processus d'échappement aient joué un rôle majeur, à ce stade, il faut plus qu'une idée, il faut des chiffres pour savoir si la théorie est solide. La conclusion essentielle est donc pour le moment que l'échappement de l'atmosphère est un phénomène de premier plan qui a sans doute eu une influence importante sur l'évolution globale de la planète et qui a contribué aux changements de conditions de surface observés précédemment, favorisant la transition vers une Mars plus sèche et hostile.

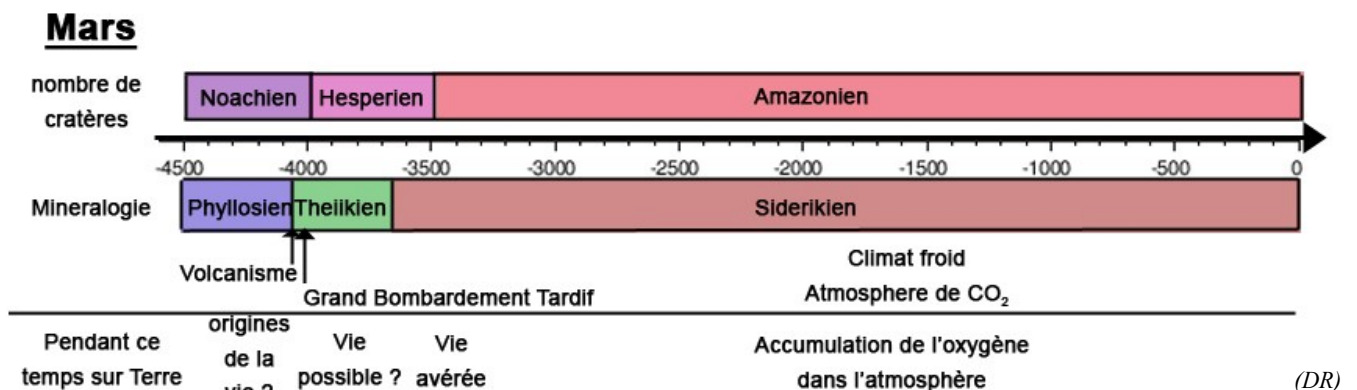
Une Mars chaude ? Une Mars froide ?

Ce n'est pas exactement ce qu'on peut ressentir en lisant les communiqués de presse liés à la mission qui ont été publiés au cours des derniers mois. L'idée générale véhiculée est souvent que MAVEN avait prouvé que l'atmosphère de Mars avait été perdue à cause des tempêtes solaires ; qu'avant, les conditions martiennes étaient clémentes, proches de celles de la Terre, avec océans, lacs et rivières et que tout avait changé quand le champ magnétique de la planète s'est éteint. Pourquoi un tel décalage ?

Principalement, parce qu'il s'agit de simplification médiatique et d'extrapolation destinées à proposer une histoire que la presse peut mettre en avant. L'histoire proposée est effectivement une théorie possible pour l'évolution de Mars, souvent mise en avant par la NASA. Ici, elle repose sur la première partie à laquelle MAVEN contribue directement et que nous avons détaillée : Les données récentes indiquent l'importance de l'échappement. Intéressons-nous aux deux sections suivantes : 1) Est-ce que cela nous garantit une Mars chaude et humide ? Et 2) Le champ magnétique joue-t-il un rôle dans ce scénario ?

En 2015, la plupart des communiqués de presse de la NASA sur Mars tournaient d'une façon ou d'une autre autour de l'idée que l'ancienne Mars avait une atmosphère dense, chaude et humide, avec au moins un grand océan boréal. En dépit du ton plutôt convaincu des articles, c'est encore une idée qui pose problème. Il y a même d'assez bonnes alternatives.

En effet, un **océan martien** n'aurait sans doute existé qu'un temps limité, entre la fin de l'océan de magma (il y a 4,4 milliards d'années) et la fin du phyllosien (à peu près il y a 4 milliards d'années, au niveau du grand bombardement tardif). A cette époque, l'océan en question n'aurait pas été réellement stable, car il se serait sans doute constamment réduit sous



l'effet de l'échappement hydrodynamique primitif (bien plus intense que les mécanismes détaillés ici). On assiste donc principalement à la perte du réservoir d'eau initial de Mars. Ceci ne correspond pas forcément à un système climatique chaud et stable, clément et favorable à la vie. Les conditions exactes de cette époque sont en effet inconnues mais sans doute exotiques : en plus de l'échappement, le Soleil était plus actif mais aussi moins lumineux, apportant moins de chaleur à la planète. En revanche, les collisions avec des comètes et des astéroïdes étaient plus fréquents, de même que le volcanisme plus intense.

Une Mars froide mais humide pourrait aussi bien fonctionner, avec un cycle de l'eau reposant sur des chutes et fontes de neige plutôt que sur un modèle terrestre. D'ailleurs, l'observation de la surface laisse entendre que de multiples figures pourraient se former en milieu principalement froid. Cette idée a l'avantage majeur de ne pas nécessiter des températures aussi élevées que dans le cas d'une Mars chaude avec beaucoup d'eau liquide. En effet, à l'heure actuelle, on ne sait pas comment Mars aurait pu être réchauffée. Il y a quatre milliards d'années, il est peu probable que la pression de CO₂ à la surface de Mars ait été supérieure à quelques centaines de millibars. Même avec des estimations optimistes extrapolées d'après MAVEN, l'échappement n'aurait pas pu retirer suffisamment de CO₂ pour donner l'atmosphère actuelle. De nombreuses recherches actuelles essaient de déterminer quel type d'atmosphère il faut donner à Mars pour amener sa température de surface au-dessus du point triple de l'eau. Il semble possible d'augmenter la température légèrement en ajoutant de très grandes quantités de méthane, azote, hydrogène et CO₂ à la fois. Cependant, aucune tentative n'a pu mettre en évidence un mélange qui permettrait à l'ancienne Mars d'être chaude.

Le second point qui mérite une certaine attention est **l'influence du champ magnétique d'une planète**. Il est souvent mentionné dans les communiqués comme faisant office de bouclier impénétrable protégeant l'atmosphère. On mentionne moins souvent qu'il est aussi ouvert aux pôles et permet des pertes de gaz dans ces régions. En réalité, on ne sait pas exactement ce qu'il en est. La principale certitude, c'est que les champs magnétiques influent bien sur l'échappement. L'effet exact sur le flux d'échappement est difficile à déterminer. Les mesures prouvent que sur Terre (dotée d'un champ magnétique assez fort), sur Mars (avec un reste de champ magnétique faible) et sur Vénus (dépourvue de champ magnétique), on observe à chaque fois des pertes atmosphériques à l'époque actuelle. Les valeurs des flux d'échappement sont d'ailleurs assez proches. Cela remet en question l'effet protecteur absolu du champ magnétique contre l'échappement atmosphérique. Lier la disparition du champ magnétique à celle d'un océan martien, deux phénomènes mal compris et mal datés semble donc prématuré.

En conclusion, MAVEN a accompli beaucoup de travail et est bien placée pour devenir la source essentielle des percées futures dans le domaine de la haute atmosphère de Mars. C'est sans doute cette sonde qui permettra de mieux comprendre comment Mars a évolué au cours du temps vers la situation que l'on observe aujourd'hui. Mais il est trop tôt pour se laisser aller à des devinettes alors qu'il y a encore tant de des données à exploiter : les effets d'annonce gâchent le véritable intérêt de la mission et l'impact des futures découvertes.

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Le 22 janvier, **Jean-Marc Salotti** est intervenu sur le thème de Mars et des missions martiennes au collège de St André de Cubzac en Gironde. Le 22 janvier également **Alain Souchier** a participé à une réunion de discussion sur le programme d'exploration européen dans le cadre du groupe « Exploration » d'Eurospace avec des représentants de l'ESA. Le 28 janvier **Alain Dupas** a détaillé les projets de missions martiennes de la NASA « Journey to Mars » à la Défense, à l'invitation de Prospective 2100.

Le conseil d'administration s'est réuni le 30 janvier.

Le 1^{er} février, nous avons publié sur notre site une très belle illustration de base réalisée dans un gouffre volcanique, illustration due à **Manchu**, sous les conseils de **Pierre Brisson**.

Les 6 et 7 février **Jean-François Pellerin** a dédié au salon du livre de Mennecy le livre « Embarquement pour Mars » écrit sous sa direction par plusieurs membres de l'association et dont l'édition 2 est sortie au dernier trimestre 2015.

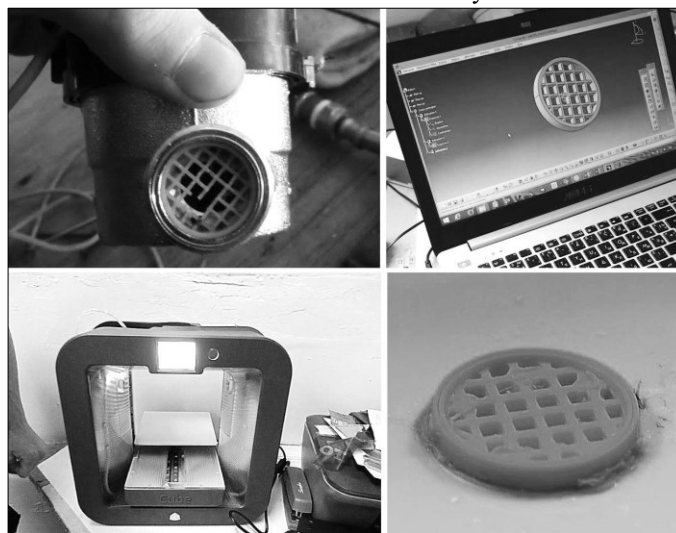
Le 12 février, à la médiathèque de Ris-Orangis, **Alain Souchier** a présenté « L'eau sur Mars ».

Le 16 février, a été mis en ligne le premier épisode, « Les enjeux du projet martien » par **Richard Heidmann**, d'une série de web-interviews réalisée par **Jonathan Barbier** et Gargouille Productions.

Les 18 et 19 février le forum spatial autrichien ÖWF a organisé à Graz un workshop sur les résultats de la simulation de l'été dernier sur le glacier rocheux de Kaunertal. Les résultats des expérimentations du Véhicule de Reconnaissance de Paroi (VRP) et du ballon porteur de caméra (BCC) ont fait l'objet de présentations.

Le 20 février à l'Espace Culturel d'Agon-Coutainville, dans la Manche, **Pierre Brulhet** a traité le thème « Vivre et habiter dans notre système solaire : Mars, une planète à notre portée » et dédié le livre « Embarquement pour Mars ».

Du 20 février au 5 mars, une équipe de jeunes ingénieurs de Supaéro, **Mehdi Scoubeau**, **Mohammad Iranmanesh**, **Camille Gontier**, **Arthur Lillo** et Louis Maller a vécu en simulation dans l'habitat MDRS de la Mars Society dans l'Utah.



L'équipage MDRS 164 a réalisé une première : le remplacement d'une pièce cassée (le filtre de la pompe à eau) par une pièce conçue à bord de la MDRS et produite sur place par une imprimante 3D. (docs. MDRS 164)



L'équipage a conduit de nombreuses expériences : l'étude de l'apport de lunettes connectées lors des sorties (à gauche), un logiciel de suivi santé et nourriture qui sera utilisé par Thomas Pesquet à bord de l'ISS (au centre), le Véhicule de Reconnaissance de Paroi de l'association, muni de nouveaux équipements (à droite).

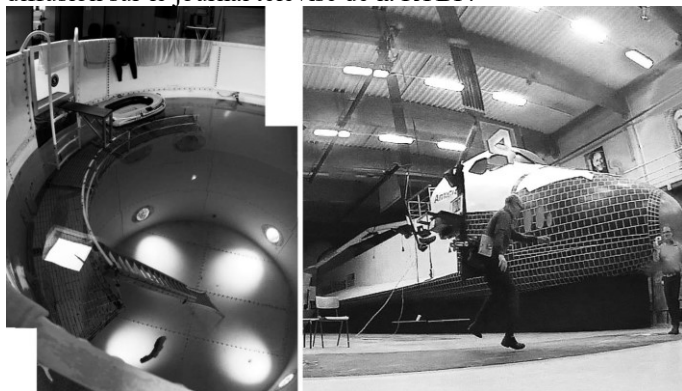
(Docs. MDRS 164)

L'opération a eu de nombreux retentissements médiatiques, y compris un reportage sur place par Canal + diffusé le 2 mars. A l'occasion de cette mission, **Alain Souchier** a présenté « Les simulation sur Terre » à une assistance d'élèves et professeurs de Supaéro à Toulouse. L'association dédiée créée par les élèves de Supaéro l'année dernière prépare déjà une mission pour 2017.

L'édition de mars - avril de Ciel et Espace est parue avec des commentaires de **Charles Frankel** sur la recherche de la vie sur Mars.

Le 5 mars **Alain Souchier** a traité de « L'exploration de Mars » devant une assistance de l'UTL de Nevers.

Le 10 mars l'Euro Space Center en Belgique a accueilli **Alain Souchier** pour une simulation de marche martienne dans le bassin de 6 m de profondeur dont le centre dispose. Ce même jour l'ESC inaugurait son exposition « Zoom sur Mars » et deux journalistes ont pu, à leur tour, tester la ceinture de 28 kg qui permet de représenter le poids d'un individu dans un habitat martien (donc sans le poids du scaphandre). L'opération a eu de nombreux échos médiatiques, en particulier avec une diffusion sur le journal télévisé de la RTBF.



Les deux principales possibilités pour réaliser une marche en gravité martienne : opérer sous l'eau avec un lest ou à l'air libre avec un allègement du poids par des ressorts.

(docs. A. Souchier)

Le 12 mars **Jean-François Pellerin** a participé au salon de la dédicace à l'Espace St Jean de Melun avec le livre « Embarquement pour Mars ». Le 14 mars, **Richard Heidmann** et **Alain Dupas** ont participé à un débat sur RFI à l'occasion du lancement de TGO effectué le même jour. Le 16 mars **Lucie**

Poulet a parlé de cette mission TGO sur Radio Campus Clermont Ferrand.

Le 16 mars le magazine 01Net est paru sur le thème « Objectif Mars » avec des informations fournies par **Richard Heidmann** et de larges extraits du journal de bord de **Cyprien Verseux**. Le 16 mars également, à l'invitation du Space Engineering Center de l'EPFL de Lausanne, **Pierre Brisson**, président de la Mars Society Switzerland et membre du conseil d'administration APM, a donné une conférence sur les objectifs de la mission européenne ExoMars Trace Gaz Orbiter TGO. Et le lendemain il a parlé des problèmes de santé pouvant se poser à l'occasion d'un voyage vers Mars devant la « Swiss Flying Physicians Association ».

Le 21 mars la réalisatrice Youki Vattier est venue à Vernon pour le tournage d'un documentaire sur Mars commandité par un grand groupe de télévision. **Alain Souchier** a été interviewé sur le thème des missions humaines et **Olivier Walter** et **Pierre Brulhet** ont détaillé les caractéristiques des futures bases martiennes devant les maquettes bien connues de l'association. **Cyprien Verseux** qui a dépassé 7 mois de séjour de simulation d'exploration martienne dans l'installation HI-SEAS à Hawaï, interviendra également en vidéo. La simulation de **Cyprien** doit s'achever fin août après un an d'opérations.



Tournage sur les bases martiennes le 21 mars. (doc. A. Souchier)

Le 21 mars également la chaîne de télévision allemande SWR a diffusé une émission avec participation de **Lucie Poulet**, sur le thème de sa simulation de 4 mois à Hawaï HI-SEAS 4.

Le 9 avril, **Thomas Appéré** est intervenu à la médiathèque de St Genis-Laval sur le thème « Mars, son climat actuel, ses climats passés ».

En ce début d'année Conquest Space a publié des livres numériques dont deux sur base d'entretiens avec **Alexandre Mangeot** et **Florence Porcel**. **Armande Zamora** et **Patrick Sibon** ont continué à travailler sur le revêtement extérieur du scaphandre de simulation Gandolfi 2 de la Comex. Celui-ci a été essayé en piscine, en trajet terrestre et bientôt en mer en rade de Marseille (voir l'article ci-après sur ce sujet).

La vague habituelle de fin d'année de demandes d'informations de la part d'étudiants engagés dans des dossiers d'étude s'est achevée en ce début 2016 sur un bilan de 34 demandes (dont 25 TPE) et l'envoi de 486 documents ou liens vers des documents, ainsi que par des rencontres au cours desquelles les étudiants chanceux ont pu essayer le scaphandre de simulation de l'association.

Alain Souchier

HABILLAGE DU SCAPHANDRE COMEX : SÉCURITÉ, APPARENCE, LIMITES DE LA SIMULATION

Comme déjà expliqué dans l'article sur le site APM, on s'est lancé, à la demande de la division Espace de la Comex, dans la fabrication d'un habillage en tissu de leur exosquelette de simulations spatiales, plus les gants.

Le nouvel exosquelette Gandolfi 2 a été allégé par l'équipe de la Comex de moitié par rapport à l'ancien, ce qui est passé par l'usage de tissus en fibres de carbone résinés pour ses parties dures et la réduction des segments rigides des bras, avant-bras, cuisses et mollets ; les mécanismes fournissant la résistance aux mouvements des membres ont été réduits à des ressorts enroulés .

Il n'y a pas de résistance aux mouvements des épaules ni du bassin, mais ceux-ci sont déjà limités par les parties rigides et les possibilités des roulements à billes les cerclant. Par contre les mouvements des poignets et chevilles, ainsi que ceux des pieds, sont assez libres, à la différence de ce qui se passerait dans un véritable scaphandre, mais là on atteint une zone difficile entre simulation s'approchant du réel et sécurité des expérimentateurs en préhension et déplacements.

En discutant lors des diverses séances d'essais d'habillage et des tests en bassin avec les responsables du projet, on a pris conscience de leur souci de la sécurité ; cette inquiétude sur la sécurité des plongeurs expérimentateurs prime sur l'expérimentation, et sur la simulation. Mais ce n'était pas dit au départ ; on a dû discuter et comprendre peu à peu tout un ensemble de non-dits, de comportements qui ne sont pas évidents ni exprimés spontanément, car considérés comme allant de soi. Il nous a fallu « extraire » certaines notions.

Ainsi, par exemple, cela nous a amenés à proposer de créer des manchons fixés sur les bras alors qu'au début ils étaient normalement sur les gants, comme pour des gants spatiaux ; ce fut un plus pour la sécurité, tout en conservant l'apparence du scaphandre spatial et de ses gants. En plongée, l'expérimentateur enfilait les gants dès le début. Endosser le scaphandre de simulation dans l'eau, même sur le portique, est assez sportif et les manchons étaient déjà un souci ; il fallait parfois l'aide du plongeur assistant pour sortir les manchons de l'intérieur des avant-bras, mais c'est en cas de malaise de l'expérimentateur que le problème se posait.

Le scaphandre s'ouvre en tirant une sangle de sécurité jaune vif au niveau de la ceinture ; ça sépare la partie inférieure de celle du torse (avec un petit souci pour extraire les pieds). Le reste du scaphandre peut être tiré vers le haut par des fixations et des poignées, puis on extrait la personne vers le bas pour la sortir du torse. C'est là que se posait le souci des gants : à l'usage il est bien préférable de sortir les bras gantés sans manchons en cas d'urgence, or la rapidité d'intervention est primordiale ; pour assister médicalement l'expérimentateur très vite, il est extrait du scaphandre avec ses gants.

On a donc ôté les manchons des gants et on les a mis sur les manches, ce qui a entraîné quelques essais pour éviter que dans l'eau les manchons ne soient pas juste des pièces collées au tissu du bras (ni trop volumineux, ni pas assez, etc.) et puis on nous a dit que c'était satisfaisant mais que c'était là qu'on allait

fixer les MMI (interface homme machine , *machine man interface*) et donc nouvelles modifications à faire car l'épaisseur ne devait pas gêner l'emploi et l'efficacité du MMI... Ensuite est venu le souci de camoufler tous les câbles provenant de l'informatique (dans un cylindre fixé sur la porte arrière) passant sous le bras (décidé après moult essais et discussions) pour rejoindre la caméra sur le haut du torse, la tablette de commande sur le thorax, et les MMI sur les poignets, ceci sans trop dégrader visuellement l'habillage mais en permettant au plongeur assistant de pouvoir les y fixer aisément.

Ce n'est qu'un exemple ; depuis quelques mois maintenant on jongle avec des contraintes techniques imposées par l'exosquelette et ses utilisations en immersion et à l'air libre, celles sur la sécurité (prioritaires) et celles résultant des limites qui sont celles des tissus, des colles et des coutures, tout en gardant l'aspect d'un « spatandre ».

Concevoir un habillage - oversuit - et un scaphandre de simulation utilisable à la fois sur terre et en immersion est un défi : le poids, l'encombrement, les zones d'usures et de frottements, les tensions sur les tissus mais aussi les risques et la pénibilité de la simulation sont très différents selon l'environnement. Or, là, on les cumule et l'oversuit comme le scaphandre doivent répondre à toutes ces contraintes.

Cela nous a fait progresser sur la connaissance des exosquelettes (on saurait monter et démonter celui du scaphandre !) et sur celle de l'habillage (contraintes, matériaux), mais aussi sur les avantages et inconvénients de chaque choix de domaine de simulation ainsi que des réflexions sur les limites.

Une simulation façon MDRS, quoi qu'on fasse, sera toujours moins dangereuse qu'une simulation en plongée, où l'environnement extérieur est un danger (risque de noyade) et où vivre dans un scaphandre ou bien un habitat immergé rend bien le sentiment que l'extérieur est irrespirable et mortel. La limitation par manque d'oxygène lors des simulations des EVA est réelle, comme sur Mars ou sur la Lune. Mais les simulations en extérieur, dans un désert rouge, à l'air libre, ont leurs avantages : l'apparence "martienne" du site, un environnement où rien ne flotte ni ne s'évade vers le haut, des expérimentateurs qui n'ont pas besoin de savoir plonger, sans compter le problème du coût plus élevé des simulations en plongée. Bien plus de personnes peuvent accéder à ces simulations, sans trop se mettre en danger.

Les simulations sont depuis des années le "moteur" de la Mars Society et sa marque de fabrique, une source importante d'images, d'articles et de reportages pour les journalistes, et dans ce contexte les scaphandres de simulation ont toute leur place. Ce qui ne veut pas dire que d'autres activités ne sont pas à créer ou à soutenir, mais lesquelles et à quel coût ? Les simulations ont un « marché », un « public » et leur rapport coût / apports divers et sensibilisation des publics est très positif, comme les années de simulation MDRS dans l'Utah le prouvent.

Pour revenir au scaphandre Gandolfi 2, on aimerait que l'aventure continue, au Rio Tinto pour les simulations martiennes en avril et ensuite en immersion dans les Calanques de Marseille, puis à Cologne au centre d'essais de l'ESA, mais la route est longue et semée d'embûches. Espérons que la dispa-

rition récente de la propriétaire de la Comex ne viendra pas sonner le glas de cette espérance.

Patrick Sibon

(docs. P. Sibon)



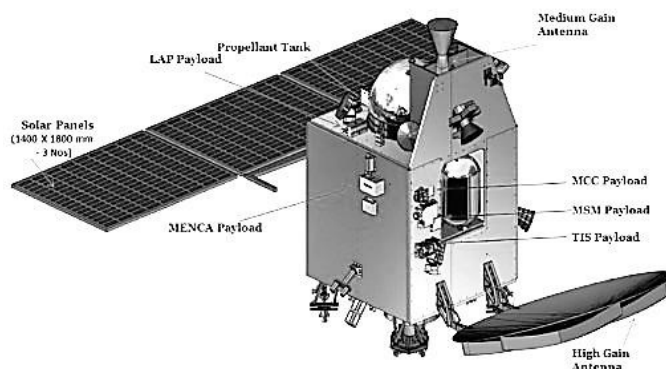
Essais en plongée bassin ; le manchon du gant est resté bloqué dans la manche.



Photos du Gandolfi 2 : bras exosquelette et manche, puis manche équipée du manchon, enfin une vue du gant encore équipé de son manchon et transféré sur le bras depuis, pour la sécurité de l'expérimentateur.



L'INDE CÉLÈBRE L'ANNIVERSAIRE DE MOM AUTOUR DE MARS



Rappelons les faits : le 5 novembre 2013 l'Inde lance à 14h38 sa première sonde martienne, Mars Orbiter Mission, avec un PSLV-XL depuis le Satish Dhawan Space Centre de Sriharikota. Cette sonde a été surnommée « Mangalyaan » par les journalistes, en similitude avec la sonde lunaire Chandrayaan-1 de 2008. Placée sur une orbite 248/23553 km, elle subira 5 impulsions aux périhélie avant d'être propulsée vers la planète rouge. Le principal objectif de MOM est de démontrer la capacité de l'Inde à construire une sonde automatique capable de voyager vers Mars et de survivre en orbite martienne. Le principal but est technologique. La mission a aussi pour objectif de collecter des informations scientifiques pendant le voyage vers la planète rouge, puis en orbite martienne. Celles-ci concernent la surface, la fine atmosphère, et l'espace proche de la planète. Le 22 Septembre 2014, la sonde de la NASA MAVEN a conclu une orbite autour de Mars. Deux jours plus tard, et dix mois après la première tentative de l'Inde d'orbiter autour de Mars c'est devenu un succès total lorsque sa sonde Mars Orbiter a commencé le tour de la planète rouge sur l'orbite prévue. Après avoir parcouru près de 700 millions de kilomètres la sonde a été freinée pendant 24 minutes afin d'être capturée par la planète rouge et transférée sur une orbite très elliptique. La première partie de la mission était réussie. Le premier ministre S.N. Modi adressa ses félicitations aux techniciens depuis le

centre de contrôle de la mission.

MOM, sonde de 1350 kg, emporte une charge utile de 14,9 kg qui comporte cinq instruments. Deux d'entre eux s'intéressent à la surface de Mars, les trois autres sont concernés par l'atmosphère et l'espace proche de la planète :

-MARS Colour Camera (MCC) réalise de l'imagerie optique couleur de la surface martienne. Elle doit permettre d'étudier les différents événements qui ont eu lieu et de comprendre comment les caractéristiques ont été sculptées par la nature. Elle prend seulement 4 images en une orbite de 3,2 jours à 421,7/76993,6 kilomètres.

Seules 13 images avaient été rendues publiques auparavant.

-Thermal IR imaging spectrometer (TIS) aide à comprendre et faire une cartographie de la composition et de la minéralogie de la surface en étudiant la réflexion et l'émission en infra-rouge.

-Methane Sensor for MARS (MSM) détecte une éventuelle faible présence de méthane dans la fine atmosphère de Mars et peut permettre d'en identifier les sources, le méthane pouvant être d'origine géologique ou biologique.

-Lyman Alpha Photometer (LAP) étudie la haute atmosphère (en particulier le rapport deutérium/hydrogène) et doit permettre de comprendre comment s'est effectuée la perte de l'eau.

-Martian Exospheric Composition Explorer (MENCA) étudie les composants neutres de la haute atmosphère et doit permettre de comprendre comment s'est échappée la plus grande partie de l'épaisse atmosphère primitive.

En août 2015 l'ISRO avait émis un appel d'offres ouvert pour l'étude des résultats, uniquement aux « scientifiques et académiciens appartenant à des institutions reconnues, des universités et des organismes gouvernementaux de l'Inde ». La date limite était le 10 septembre. La participation étrangère serait bénéfique, car elle conduirait à une plus grande confiance internationale dans les résultats de la mission à propos de l'atmosphère de Mars.

Arrivée autour de Mars et remplissant son objectif de fonctionnement d'une demi-année en orbite, MOM est devenue la deuxième mission martienne à réussir au premier essai (après l'orbiteur Mars Express de l'ESA). En outre, MOM était la mission interplanétaire la plus économique à ce jour et elle a été réalisée juste en un an et demi.

Assurée de son prolongement, qui reste ouvert, la mission phare indienne est à la recherche des défis qui l'attendent, comme les techniques considérées pour maintenir la sonde en vie aussi longtemps que possible, la survie à une longue éclipse et la fin de la mission, quand MOM sera à court de carburant.

Selon l'Organisation indienne de recherche spatiale, MOM fonctionne nominalement sur une orbite de 311/71311 kilomètres autour de la planète rouge et continue à utiliser ses cinq instruments scientifiques.

La caméra de Mars Color a jusqu'ici livré 456 vues de la planète et de ses deux satellites naturels. L'orbite très elliptique de MOM lui a permis de capturer l'ensemble du disque de Mars dans un champ unique.

MSM a contribué à d'autres études que le méthane. Notamment les motifs de poussière dans les régions de haute altitude de Valles Marineris ont été analysés par des mesures de la réflec-

tance de la surface martienne. Une série d'images acquises à plusieurs jours d'intervalle montrent les variations de la couche atmosphérique de brume au-dessus de la vallée, quantifiées par des mesures de profondeurs atmosphériques.

MENCA a effectué des mesures de spectrométrie de masse dans les couches externes ténues de l'atmosphère et détecté un certain nombre d'espèces et a également étudié la variation dans la composition exo-atmosphérique avec l'altitude. Ces résultats sont en cours de préparation pour publication et l'ISRO va travailler avec la mission de MAVEN de la NASA qui est actuellement entrée dans sa propre mission élargie consacrée à l'étude continue de l'atmosphère martienne et de son évolution.

TIS fournit des données qui sont utilisées pour cartographier la composition de la surface de Mars, en prenant également en compte les données de précédentes missions martiennes de la NASA. Ses mesures ont montré en outre une chute de température de 10 à 15 degrés dans les zones des tempêtes de poussière martiennes.

LAP a fait environ 80 mesures à ce jour, permettant de caractériser l'intensité de la raie Lyman Alpha en fonction de l'altitude. Des étalonnages sont actuellement en cours pour affiner la sensibilité de l'instrument.



L'orbite très elliptique de MOM lui permet, entre autres, de faire des portraits du disque planétaire entier. Ici c'est la région volcanique de Tharsis qui est survolée. A remarquer l'importance de la couverture de brume sur la région polaire.

Par ailleurs dans un deuxième article scientifique publié par l'Orbiter Mission Mars de l'ISRO, les résultats d'une série de photos rares de Deimos sont discutés. MOM est le seul engin actuellement en orbite autour de Mars capable de voir l'arrière de Deimos car les deux lunes martiennes présentent une stabilisation gravitationnelle avec Mars. Un observateur à la surface de la planète ou en orbite basse ne verra que le même côté de celles-ci, situation ne différant pas de celle de la Lune pour la Terre. Des photos de l'arrière de Deimos ont été recueillies au cours des premières missions Mariner et Viking, mais seule

MOM peut actuellement prendre ce type de photo car Deimos est à 20000 kilomètres sur une orbite équatoriale et les autres sondes spatiales décrivent des orbites beaucoup plus basses.

L'occasion pour MOM de photographier Deimos est venue peu de temps après son arrivée vers Mars, le 14 décembre 2014. Quatre clichés ont été réalisés par la caméra de Mars Couleur à 13h05-13h06 UTC avec des intervalles de 12 secondes et l'utilisation de paramètres d'exposition différents. Les images ont été prises quand MOM était à environ 4400 kilomètres de Deimos, environ 24 500 kilomètres au-dessus de la surface martienne. Les photos de Deimos atteignent une résolution de 230 mètres, le montrant comme un corps d'environ 11,5 par 11,5 kilomètres de diamètre.

Les scientifiques concluent que le côté anti-Mars de Deimos est plus lisse que le côté proche, sans cratères principaux ou irrégularités de surface. Par un calcul de la magnitude apparente de la face anti-Mars de Deimos, les scientifiques ont trouvé une valeur légèrement supérieure à la grandeur connue de Deimos, ce qui pourrait suggérer une éventuelle différence de caractéristiques de surface entre le côté proche et l'arrière, si les différences méthodologiques entre les études peuvent être exclues.

La sonde étant toujours en bon état de fonctionnement en orbite martienne et avec beaucoup de réserves de carburant, les techniciens MOM espèrent pouvoir continuer à compter sur elle encore de nombreux mois. En regardant les défis techniques à venir, les équipes de l'ISRO ont étudié des plans de manœuvre et des éphémérides pour la maintenance appropriée des roues de réaction de la sonde, qui doit être effectuée périodiquement. Les équipes ont également examiné des possibilités futures pour l'étude de Phobos et Deimos, ainsi que du pôle Nord martien.

Regardant plus loin dans l'avenir, l'équipe de mission devra préparer la sonde spatiale pour une série d'éclipses solaires potentiellement dangereuses en février 2017. Ces éclipses sont rares car elles se produisent à l'apogée de l'orbite, où la sonde spatiale MOM se déplace à sa plus faible vitesse, par rapport à Mars. Si l'ombre de Mars est placée de telle sorte que cette trajectoire orbitale soit dans l'ombre, MOM doit subir une éclipse de plus de huit heures, ce qui sera le cas en 2017 pour une série d'orbites.

Un an après la mise en orbite, il y a eu une vague de rumeurs mentionnant que l'ISRO était prête à annoncer certains résultats du capteur de méthane MSM de MOM. Ce ne fut pas le cas lors de la conférence de presse de l'anniversaire, en réalité l'ISRO n'a pas dévoilé de nouveaux résultats scientifiques. Les rumeurs - et le fait qu'elles étaient fausses - ont suscité des conversations en Inde à propos de l'absence de résultats scientifiques de la mission. Les remarques des fonctionnaires de l'ISRO cités dans la presse suggèrent que cela répond aux préoccupations des examinateurs, ou qu'ils travaillent toujours sur le calibrage de leurs données, ou une combinaison des deux. La rigueur de calibration est extrêmement importante dans les cas d'une détection de valeur marginale ou d'une éventuelle déclaration au sujet de la non-détection pour une

chose aussi controversée que le méthane.

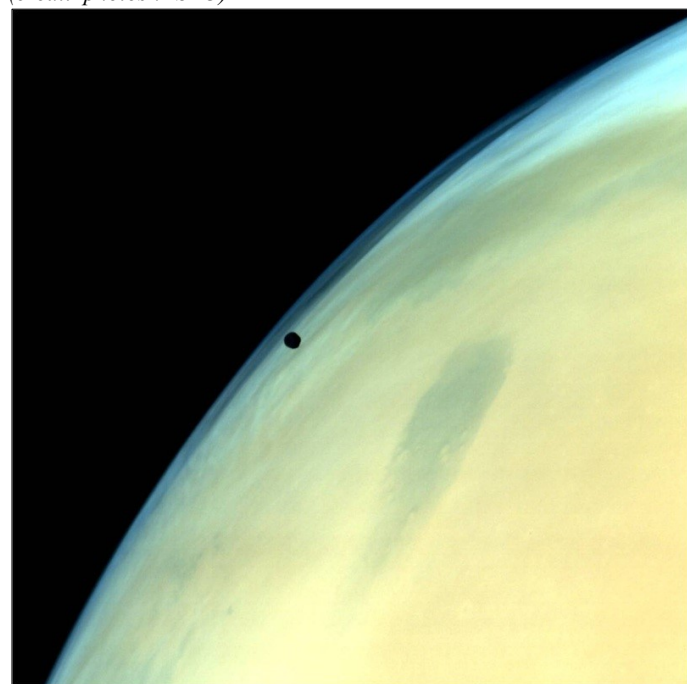
Le 28 Septembre 2015, le président de l'ISRO, AS Kiran Kumar, confiait au Times of India « Je ne peux pas entrer dans les détails, je peux, toutefois, dire qu'il y a plusieurs premières que MOM a trouvées, mais il est juste que les principaux chercheurs (et scientifiques qui ont fait les charges utiles...) publient d'abord dans des revues scientifiques ». Kiran Kumar a dit que l'ISRO reçoit un grand nombre de données et que l'extension de vie de MOM avait ajouté une grande valeur en ce qui concerne la recherche. « Ainsi, nous avons tout ce qu'il faut ... Maintenant, nous pouvons étudier l'atmosphère martienne à des moments différents, à différentes saisons parce que MOM continue et envoie toujours des données. Dans le cas contraire, nous aurions à utiliser les données recueillies dans les premiers six mois de sa vie et en corrélation avec les données d'autres sondes des missions américaines et européenne » a-t-il dit. Il a aussi précisé que MOM serait à un périastre plus faible vers la fin de sa durée de vie prévue, ce qui permettrait d'affiner le détail des données que la sonde a pu capturer précédemment sur son orbite. Le chercheur principal de l'ISRO M. Annadurai indiqua que plus de 1 To de données ont été reçues depuis Mars.

Il faut se réjouir de ne pas voir des résultats scientifiques être affichés de façon sensationnelle et qui se révéleraient être faux plus tard parce que l'étalonnage ou l'analyse n'aurait pas été bon.

Mars Orbiter Mission transporte cinq petits instruments scientifiques, mais la science n'était vraiment pas le but ultime de cette mission ; elle a toujours été une démonstration technologique, démontrant une nouvelle capacité de l'Inde à lancer une sonde spatiale vers Mars et à l'exploiter avec succès. Compte tenu du fait que Mars Orbiter Mission a survécu à une année autour de Mars, je dirais que la démonstration est un succès retentissant pour une première.

Yves Monier

(crédit photos : ISRO)



Une vue spectaculaire du satellite Deimos sur fond du limbe atmosphérique de Mars.

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Cédric Gillmann, Richard Heidmann, Yves Monier, Patrick Sibon, Alain Souchier
Achevé d'imprimer : QuadriCopie 27200-Vernon.
Dépôt légal : avril 2016