



# PLANÈTE MARS



Numéro 57 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris [www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com) octobre 13

ISSN 1772-0370

## NOUVELLE VAGUE

Une nouvelle fenêtre martienne s'ouvre en cet automne 2013. La NASA va lancer la sonde MAVEN qui, à partir de septembre 2014, va étudier la haute atmosphère martienne et contribuer à comprendre son passé (voir l'article "En attendant Mavén"). Mais cette fenêtre marque aussi l'entrée d'un nouveau pays dans l'arène de l'exploration de la Planète rouge. L'Inde doit en effet lancer un orbiteur qui, loi de la mécanique céleste oblige, se mettra également en orbite autour de Mars en septembre 2014. Parmi les pays à grands programmes spatiaux, la Chine n'a pu encore aligner de mission martienne réussie, l'orbiteur Yinghuo-1, passager du Phobos Grunt russe, étant retombé sur Terre, après l'échec du lancement en 2011. Mais ce n'est probablement que partie remise.

En attendant la mise en service de ces nouvelles sondes, la petite flottille en opération sur et autour de Mars continue sa collecte d'informations. Mars Odyssey est en orbite depuis 2002, Mars Reconnaissance Orbiter depuis 2006, Mars Express, l'européenne, depuis décembre 2003. Celle-ci affiche donc bientôt 10 ans d'opérations, tout comme le rover Opportunity, arrivé sur Mars dans la même période et qui continue à faire des découvertes sur les bords du cratère Endeavour. Le grand rover Curiosity, quant à lui, vient de passer un an dans le cratère Gale et, après avoir étudié une zone proche de son aire d'atterrissage où coulait jadis de l'eau, vient de prendre la direction de la base du Mont Sharp pour y explorer une vallée.

Pour l'arrivée de l'homme sur Mars, cependant, les agences affichent des objectifs bien lointains, même si, pour faire preuve d'optimisme, on peut noter qu'il y a un accord général sur cet objectif. La Mars Society s'attèle à faire bouger les lignes en soutenant le projet de Dennis Tito, « Inspiration Mars », qui vise à réaliser un survol de Mars par deux astronautes avant 2020. Elle prépare aussi, à partir de l'été 2014, une simulation d'une année dans son habitat arctique FMARS, opération à laquelle "Planète Mars" a apporté son concours (voir p.5).

La conférence EMC 13, organisée par l'association en partenariat avec l'IPSA et avec le soutien de Safran, du 25 au 27 octobre à Ivry-sur-Seine en région parisienne, va permettre de faire le point sur ces différents aspects de l'exploration martienne, en réunissant de nombreux spécialistes de haut niveau. Un rendez-vous à ne pas manquer pour tous les passionnés.

Alain Souchier

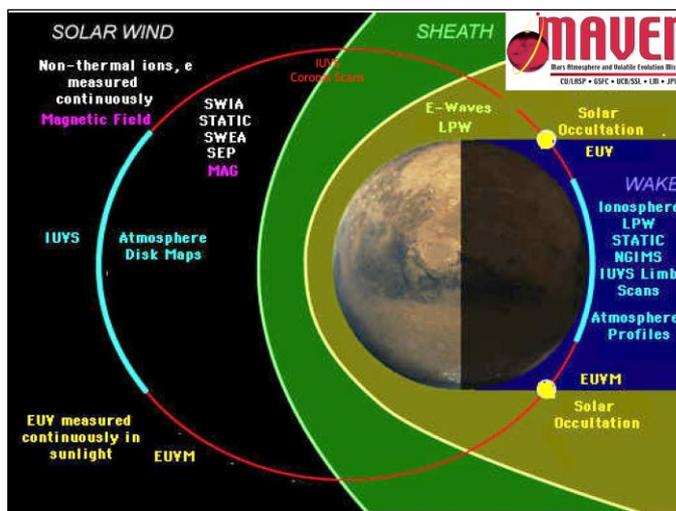
### Dans ce numéro :

- En attendant MAVEN p.1
- Les Indiens aussi p.4
- MA365, simulation martienne la plus réaliste p.5
- La vie de l'association p.6
- EMC13 p.8

prochain numéro : janvier 2014...

## EN ATTENDANT MAVEN

La mission MAVEN (pour Mars Atmosphere and Volatile Evolution mission), dirigée par la NASA, doit quitter la Terre dans la fenêtre du 18 Novembre au 7 décembre 2013, et son orbiteur doit être inséré en orbite martienne entre le 22 et le 28 septembre 2014. Elle sera portée par un lanceur Atlas V 401. Sa masse au lancement sera de 2.550 Kg, sa masse sèche de 903 kg. L'orbite sera très excentrique : apoastre 6.000 km (pour mémoire le diamètre de Mars est de 6.778 km), périastre 150 km, avec cinq passages rapprochés à 125 km. Cette excentricité permettra la couverture de toutes les couches de la haute atmosphère. L'orbite sera en précession aussi bien en termes de latitude que d'heure solaire locale, ce qui lui permettra de couvrir les mêmes zones à différentes heures. La durée nominale de la mission est d'une année terrestre.



Mesures effectuées sur une orbite.

(doc. CU-LASP/GSFC/UCB-SSL/LM/JPL)

L'objet de la mission est l'étude de la haute atmosphère de Mars. Elle va permettre de compléter les observations faites par d'autres satellites, notamment Mars Global Surveyor, Mars Express (avec ASPERA-3) et par Curiosity (instruments SAM) depuis son atterrissage. On pourra ainsi mieux comprendre la situation présente, les perspectives et l'histoire de cette enveloppe si précieuse de notre planète voisine.

### Homosphère et exosphère

L'atmosphère d'une planète est d'abord maintenue autour de l'astre par la gravité que génère sa masse. Elle est aussi fonction dans une certaine mesure de sa distance à son étoile. Celle de Mars, comme celle de la Terre, est composée d'une homosphère et d'une exosphère. La première, jusqu'à environ 120 km d'altitude est une région où les molécules sont suffisamment proches les unes des autres pour interagir et se mélanger cons-

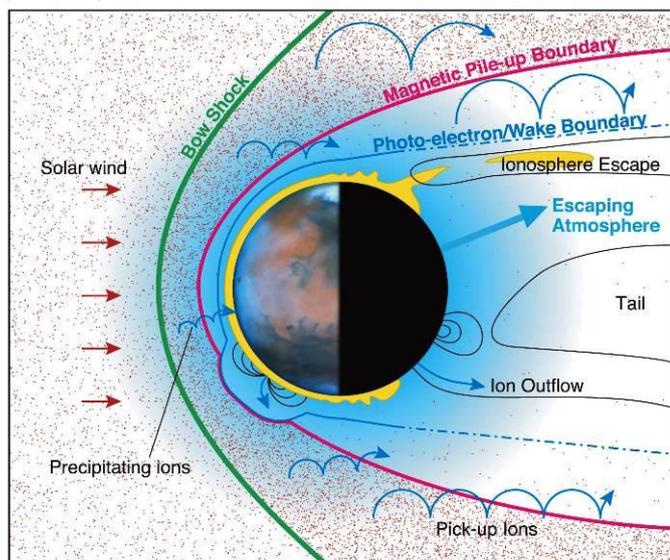
tamment, y compris par collisions, arrachement de particules (atomes et /ou électrons) et recombinaisons. Elle est de ce fait relativement homogène et la plupart de ses molécules sont électriquement neutres.

Au-dessus de l'homosphère on pénètre dans l'exosphère. C'est par définition une région où les molécules sont suffisamment éloignées les unes des autres pour que les collisions entre elles soient rares. Les atomes libres et ionisés y sont fréquents, de même que les électrons libres, formant ce qu'on appelle un plasma.

Les rayonnements solaires sont la principale cause de l'ionisation, celle-ci se produisant surtout pendant la période diurne, sur la partie de l'atmosphère exposée à ces rayonnements. L'ionosphère de la planète varie donc considérablement en volume pendant la journée. Outre l'exosphère, elle peut occuper une partie de l'homosphère en cas d'agressions extérieures particulièrement fortes. Du côté diurne, elle s'étend normalement pour Mars de 100 à 650 km. Les plus fortes densités d'électrons se trouvent vers 140 km, dans une couche dite « M2 », et résultent de l'action des EUV (UV Extrêmes). On trouve en dessous une zone « M1 » causée par le rayonnement X (à pénétration plus forte que les EUV).

### Les enveloppes de Mars

Compte tenu de la confrontation entre le milieu d'origine solaire et le milieu planétaire, la structure de l'environnement gazeux de la planète Mars (comme celui des autres planètes) se présente comme celui d'une comète : une bulle se prolongeant par une très longue queue à l'opposé du soleil. Le différentiel de vitesse entre la planète (21 à 24 km/s) et le vent solaire, lui-même un plasma d'hydrogène animé d'une vitesse de 400 à 800 km/s, crée à l'avant de la face diurne de la planète (0,7 rayon martien) une onde de choc, sorte de bouclier poreux protégeant les gaz de l'atmosphère en déviant ou ralentissant certaines particules. Sous cette première ombrelle percée, on peut en distinguer plusieurs autres, notamment la Magnetic Pile-up Boundary (« MPB ») puis la Photo-Electron Boundary (« PEB »).



Structure de la haute atmosphère martienne.

(doc. Lab. For Atm. & Space Physics, University of Colorado)

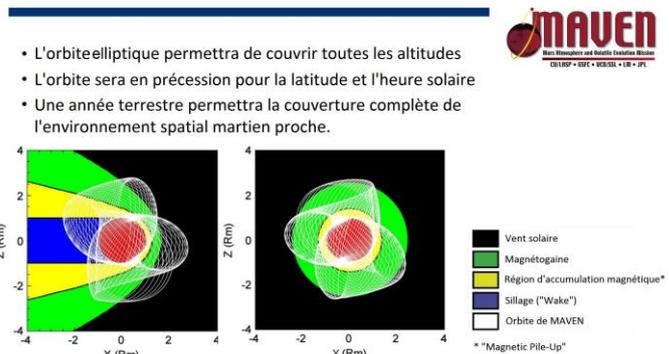
Après avoir passé l'onde de choc on pénètre dans la magnétopause (« magnetosheath ») qui est une zone dans laquelle le

plasma planétaire, peu abondant, est mélangé avec le plasma solaire et parcouru d'ondes magnétiques de faibles intensités. Au fur et à mesure que l'on descend vers l'atmosphère plus dense, les lignes de champ magnétique solaire se rapprochent, se renforcent et créent une zone d'accumulation, la MPB, située entre 1.200 et 650 km d'altitude. Le haut de cette MPB constitue la magnétopause de Mars.

Après avoir franchi la MPB, on arrive à la PEB. Elle se situe entre 500 et 250 km et peut être définie comme l'ionopause de la planète puisqu'elle contient l'essentiel de son ionosphère. C'est l'altitude maximum qui peut être atteinte par les électrons libérés des particules atmosphériques par les photons solaires à énergie faible (inférieure à 50eV). La dynamique de la position de cette enveloppe est utile pour déterminer la réaction de l'ionosphère aux changements de pression du vent solaire et des radiations EUV.

L'homosphère est une véritable sphère mais l'ionosphère est déformée d'une part par l'exposition diurne au rayonnement solaire et d'autre part par son contact avec les lignes de champ magnétique solaire dont la magnétopause résultante forme une longue « magnéto-queue » opposée au soleil, mentionnée plus haut, qui contient un « sillage » (« wake ») véritable chenal non protégé, ouvert sur l'espace interplanétaire. Le même sillage existe dans la magnéto-queue de la Terre mais la magnétopause interne constitue autour de notre planète une véritable coque qui limite les possibilités de pertes utilisant cette issue.

Toutes ces régions seront explorées par MAVEN grâce au choix de son orbite excentrique.



Orbite et mission primaire de MAVEN.

(doc. CU-LASP/GSFC/UCB-SSL/LM/JPL)

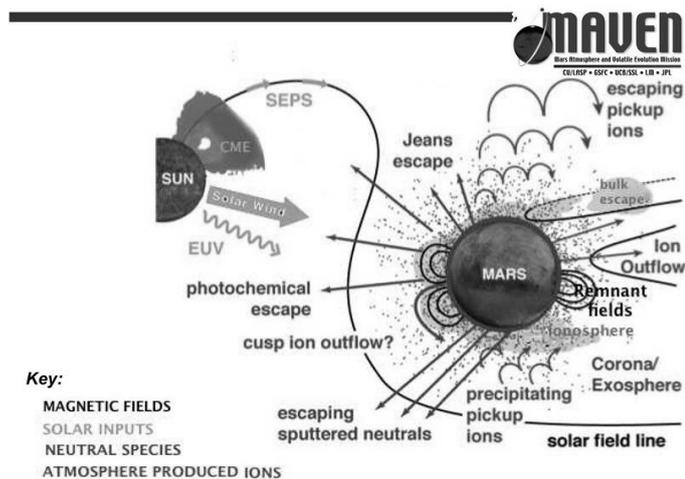
On comprend intuitivement que l'atmosphère de Mars, bien que « protégée » par ses enveloppes successives, reste exposée aux effets d'entraînement de ces mêmes enveloppes chargées électriquement et aussi aux agressions extérieures qui pourraient les franchir, les régions les moins bien protégées étant les plus hautes. Il en résulte des « pertes ».

### Les pertes atmosphériques et leurs compensations

L'atmosphère ionisée est vulnérable aux intrusions du vent solaire composé de particules solaires chargées électriquement. L'atmosphère en général est aussi vulnérable aux autres intrusions : photons, rayonnement ultraviolet, matières coronales lors des éruptions solaires, éventuellement astéroïdes. Les pertes engendrées par ces mécanismes peuvent être non thermiques ou thermiques selon que l'énergie impliquée est plus forte ou le milieu plus dense (depuis 4 milliards d'années, elles sont essentiellement non thermiques). Elles concernent d'abord

le plasma de l'ionosphère mais aussi les molécules neutres de l'homosphère et de l'exosphère. A l'extrême elles peuvent être hydrodynamiques quand, par son importance, on peut comparer le flux à un fluide « coulant » vers l'espace (ce qui suppose une atmosphère épaisse et une intrusion puissante telle le flux EUV qui existait il y a plus de 4 milliards d'années).

Les pertes suscitées par l'ionisation peuvent revêtir plusieurs formes. L'ionisation peut être causée par le choc du vent solaire sur une particule neutre ou résulter d'un événement survenu du fait d'un élément planétaire. Les ions qui en résultent (ions collecteurs ou « pick-up ions ») acquièrent une vitesse qui peut atteindre la vitesse de libération de la gravité planétaire et sont entraînés par le vent solaire.



### Les pertes atmosphériques.

(doc. CU-LASP/GSFC/UCB-SSL/LM/JPL)

Par ailleurs les éléments neutres (« neutrals ») peuvent aussi acquérir une vitesse de libération. Ce peut être par « sputtering » (criblage), l'énergie étant apportée par l'impact de pick-up ions. Ce peut être encore par effet « Jeans » (uniquement sur des éléments très légers comme H ou D) du fait de l'énergie cinétique acquise par une succession de collisions. Un autre type de phénomène est causé par l'action des photons, en particulier sur les molécules de CO<sub>2</sub>. Il s'agit par exemple de « recombinaisons dissociatives » par lesquelles des cations récupèrent un électron libre mais la molécule neutre instable se dissocie à nouveau (en O<sup>+</sup> et C) tout en gagnant de l'énergie.

Les ions ou les particules neutres échappant à la planète de par leur légèreté et leur vitesse se retrouvent pris dans les enveloppes successives décrites plus haut et sont éventuellement entraînés dans la queue de la magnétosphère ou filent dans le sillage de la planète. Mars perd ainsi continuellement de la matière.

Le volcanisme a permis tout au long de l'histoire de la planète de reconstituer en partie les éléments gazeux de l'atmosphère, mais l'on sait que ce volcanisme s'est affaibli avec le temps. Les rares traces de volcanisme les plus récentes datent de quelques millions d'années. La mission de MAVEN consiste à étudier les types et les concentrations des éléments de la haute atmosphère (solaires, galactiques, planétaires) ainsi que les flux de pertes, en situation normale et lors d'éruptions solaires (à noter qu'il y en aura probablement pendant la mission compte tenu de ce qu'elle se déroulera juste après le maximum du cycle solaire).

### Les instruments de MAVEN

Il y aura trois groupes d'instruments à bord de MAVEN (dont la fonction est le plus souvent expliquée par le nom): Le « Particles and Fields Package » (PFP), le « Remote Sensing Package » (RSP) et le « Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer » (NGIMS).

Le **PFP** donnera les caractéristiques du vent solaire et de l'ionosphère de la planète. Il comprend six instruments : le « Solar Energetic Particles Analyzer » (SEP), le « Solar Wind Ion Analyzer » (SWIA), le « Solar Wind Electron Analyser » (SWEA), le « Supra-Thermal and Thermal Ion Composition Analyzer » (STATIC), le « Langmuir Probe and Waves » (LPW)\* avec le « Langmuir Probe and Waves Monitor » (LPW-EUV), et un magnétomètre (MAG)\*.

Le **RSP** déterminera les caractéristiques globales de l'exosphère et de l'ionosphère à l'aide d'un spectromètre ultraviolet, IUVS.

Le spectromètre **NGIMS** mesurera la composition et les isotopes des molécules neutres et des ions.

### La composition isotopique des gaz et l'évolution de l'atmosphère

La connaissance des ratios des isotopes de gaz composant l'atmosphère à ses différents niveaux est importante car elle permet de comprendre l'histoire de la planète. Les isotopes les plus lourds, donc les moins volatils, sont en effet ceux qui montent le moins dans l'atmosphère et sont les plus susceptibles d'y persister. Les gaz (molécules et atomes) les moins sensibles aux fluctuations de température et les plus inertes (chimiquement), notamment l'argon et l'azote, sont aussi ceux qui vont le moins évoluer. En examinant les proportions respectives des uns et des autres (et en les comparant aux inclusions de gaz dans les météorites), on peut extrapoler des situations anciennes en fonction de la situation existante. Étudier le rythme de pertes aujourd'hui pour ces différents éléments va permettre d'affiner les théories.

Pour l'instant, il semble (d'après notamment Cédric Gillmann, cf. ref. ci-dessous) que l'essentiel de l'atmosphère actuelle (>75%) est d'origine volcanique (dégazage) et qu'elle ne remonte qu'à 3,5 milliards d'années. L'âge moyen du CO<sub>2</sub> (96% de l'atmosphère) ne serait que de 2 milliards d'années. Cela s'explique par la perte rapide de la première enveloppe atmosphérique (qui a pu créer une atmosphère semblable à celle de la Terre à ses débuts) compte tenu de la faible gravité de Mars, de la disparition rapide de sa magnétosphère propre et de l'environnement particulièrement hostile (activité solaire) du début de l'histoire de notre système planétaire. Une autre cause de la disparition de l'atmosphère (« sink ») est l'interaction avec l'eau et les roches du sol. Mais la faible quantité de carbonates qu'on a pu observer (à moins qu'ils ne soient cachés en masse sous les sédiments et les laves des grandes plaines du Nord) semble indiquer que sa composante essentielle (le carbone du gaz carbonique) a peu joué.

Il est probable que vers -4 milliards d'années, la densité atmosphérique de Mars était inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

Elle ne s'est trouvée régénérée que par le LHB (Grand Bombardement Tardif) qui a rapporté des éléments gazeux de l'extérieur de la planète et qui surtout a pu provoquer un volcanisme gigantesque (entre -4 et -3,7 milliards avec prolongement nourri jusqu'à -2,5 milliards d'années). Mais, malgré

\* Ces deux instruments ont pour objet d'étudier l'oscillation des électrons dans le plasma planétaire. Une forte oscillation par rapport aux champs magnétiques environnants crée une barrière par rapport à ce champ.

l'apport de ces éléments extérieurs et l'abondance du dégazage résultant de ce volcanisme, la pression n'a jamais dû remonter à plus de 50 millibars (l'opacité de l'atmosphère a pu toutefois créer un certain effet de serre). Comme depuis plusieurs millions d'années cette contribution est extrêmement faible, les pertes de gaz atmosphériques doivent être aujourd'hui des pertes nettes. Il est évidemment important de connaître leur rythme pour connaître l'avenir de cette enveloppe protectrice.

### Conclusion

Une atmosphère fait partie intégrante de sa planète, de masse particulière, ayant ses particularités tectoniques (en l'occurrence une planète monoplaque), et située à une certaine distance de son étoile (qui a elle-même des spécificités de masse et de rayonnement énergétique). Le corollaire de cette constatation, c'est qu'une planète ne peut disposer à une époque donnée que d'une seule sorte d'atmosphère. Terraformer Mars, c'est-à-dire lui donner une atmosphère beaucoup plus dense, nécessiterait, pour être une opération durable, un processus de régénération continue. En effet, ni la gravité de la planète, ni sa magnétosphère ne lui permettraient de conserver une atmosphère épaissie à terme plus ou moins éloigné.

Ceci n'enlève rien à l'intérêt de l'exploration et de l'installation de bases permanentes, où des hommes pourront vivre et travailler.

Pierre Brisson

### Références :

-Volatiles in the atmosphere of Mars: the effects of volcanism and escape constrained by isotopic data. Cedric Gillmann, Philippe Lognonné, Manuel Moreira. *Earth and Planetary Science Letters* 303 (2011) 299-309. doi:10.1016/j.epsl.2011.01.009

-Isotope ratios of H,C, and O in CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O of the Martian atmosphere. Chris R. Webster et al. *Science* 341, 260 (2013); doi:10.1126/science.1237961

-Abundance and isotopic Composition of Gases in the Martian Atmosphere from the Curiosity Rover. Paul Mahafy et al. *Science* 341, 263 (2013); doi: 10.1126/science.1237966

-MAVEN, présentation au MEPAG, Fev. 2012. Bruce Jakosky, Joseph Grebowsky, David Mitchell.

-Nonthermal escape of the atmospheres of Venus, Earth and Mars. Bernie D. Shizgal and Gregory G. Arkos; Department of Earth and Ocean Sciences, University of British Columbia, Vancouver, Canada. *Reviews of Geophysics*, 34, 4 / November 1996; pages 483-505 ; Paper number 96RG02213. Copyright 1996 by the American Geophysical Union.

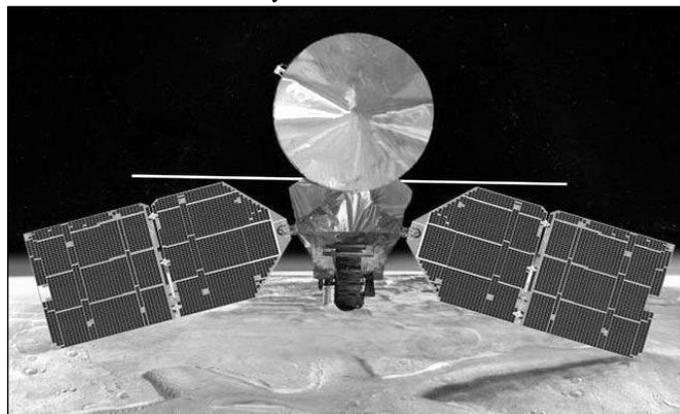
-Photo Electron Boundaries at Mars and Venus; M. Fränzet al.; *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 9, 01730, 2007; SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2007-A-01730; © European Geosciences Union 2007

-The influence of a mini-magnetopause on the magnetic pileup boundary at Mars; E. M. Harnett & R. M. Winglee, Department of Earth and Space Sciences, University of Washington, Seattle, USA; *Geophysical Research Letters*, Vol. 30, No. 20, 2074, doi:10.1029/2003GL017852, 2003

## LES INDIENS AUSSI

Alors que la NASA s'affaire au lancement de MAVEN, deuxième sonde du programme MARS SCOUT démarré en 2001, et leur 20<sup>ème</sup> lancement vers la Planète rouge sur un total de 43 sondes martiennes, une autre agence spatiale, l'ISRO (Indian Space Research Organisation), se livre à des préparatifs similaires.

Fin octobre début novembre, l'agence spatiale indienne lancera depuis le Satish Dhawan Space Center de Sriharikota sa première sonde martienne, Mars Orbiter Mission. Elle a été surnommée « Mangalyaan » par les journalistes en similitude avec la sonde lunaire Chandrayaan-1 de 2008.



Vue d'artiste de la sonde indienne Mars Orbiter Mission à pied d'œuvre.

Le lanceur PSLV-XL sera utilisé pour injecter la sonde sur une orbite 250/23000 km inclinée à 17,86°. Placée en orbite d'attente, MOM entreprendra, les 26 ou 27 novembre, un voyage de 300 jours vers Mars et devrait être mise en orbite martienne le 22 septembre de l'année prochaine. L'orbite visée est de 372/80000 km autour de la Planète rouge.

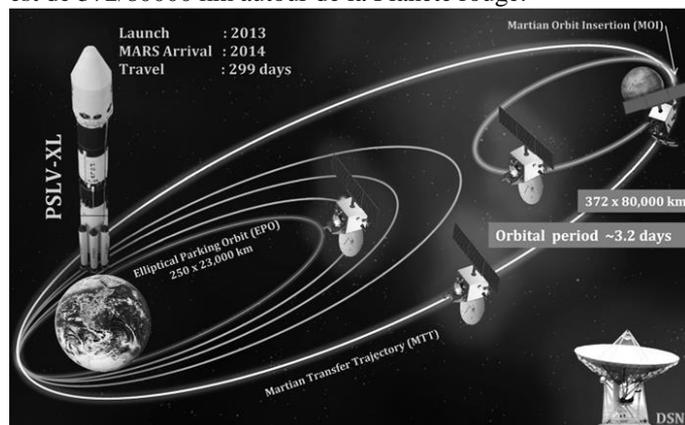


Schéma des trajectoires de la mission.

Le 3 août 2012 le gouvernement indien avait approuvé le projet, qui coûtera environ 80 millions de US\$. La mission Mars est « une difficile mission technologique de l'Inde hors du champ gravitationnel de la Terre », selon l'ISRO.

L'objectif scientifique de la mission est de rechercher des indices de la signature de la vie et les raisons de la perte de l'atmosphère de la Planète rouge : « se concentrer sur la vie, le climat, la géologie, l'origine, l'évolution et la pérennité de la vie sur la planète », selon l'ISRO. La mission est un projet de « démonstrateur technologique » visant à développer les tech-

nologies nécessaires à la conception, la planification, la gestion et les opérations d'une mission interplanétaire. Elle permettra de valider les principales tâches telles que manœuvres orbitales, aérofrenage pour l'orbite martienne, navigation dans toutes ces phases, communications, alimentation électrique, gestion thermique ...

MOM, sonde de 1.350 kg, emportera une charge utile de 14,9 kg qui comportera les instruments suivants :

#### Instruments

Lyman Alpha Photometer (LAP)

Methane Sensor for MARS (MSM)

Martian Exospheric Composition Explorer (MENCA)

MARS Colour Camera (MCC)

ThermalIR imaging spectr.

(TIS)

#### Objectif primaire

Étude de la haute atmosphère (deutérium/hydrogène)

Détection de la présence de méthane

Étude des composants neutres de la haute atmosphère

Imagerie optique couleur

Cartographie de la composition et de la minéralogie de la surface

Souhaitons aux Indiens un succès éclatant pour leur première sonde planétaire, comme celui de leur première sonde lunaire, même s'il sera sans aucun doute plus complexe à atteindre cette fois.

Espérons que les Martiens sauront accueillir ces nouveaux visiteurs !



Yves monier

## MA365, SIMULATION LA PLUS RÉALISTE JAMAIS ENTREPRISE

La *Mars Society* a entrepris d'organiser dans l'Arctique canadien une simulation de mission d'exploration humaine de Mars d'une durée d'un an. Cette opération, Mars Arctic 365 (**MA365**), se déroulera dans sa station de recherche arctique **FMARS**, établie depuis 2000 sur l'île de Devon, par 75 degrés de latitude nord, à côté d'un cratère d'impact de 20 kilomètres de diamètre.

Jusqu'à présent, les campagnes, conduites en été, se sont déroulées sur des durées d'un mois, à l'exception de l'une d'entre elles, d'une durée de trois mois. Un séjour d'un an, en isolation totale et dans un environnement qui, s'il n'est pas martien, impose des conditions d'existence et de travail largement aussi contraignantes, va constituer une contribution majeure dans la préparation des futures expéditions vers la Planète rouge. La communauté scientifique porte d'ailleurs un intérêt marqué à

ce projet, comme en atteste la qualité des membres de son conseil scientifique et les discussions en cours, de façon plus large, avec les spécialistes de l'Arctique, qui souhaiteraient profiter de cette opportunité exceptionnelle pour voir « embarquer » leurs expériences. L'opération comprendra trois phases.



« Lever du drapeau » (martien) à la station de simulation martienne arctique de la Mars Society.

(doc. TMS)

Cet été, une mission de deux semaines, dédiée à la maintenance et à la mise à niveau de la station, forte d'un équipage de 7 bénévoles dirigée de main de maître par J. Palaia, a permis de vérifier l'état de la station - dont la dernière occupation remontait à 2009 - de procéder aux opérations de maintenance et de la pourvoir en équipements et consommables (nourriture, fuel) en vue de la phase opérationnelle. Pour lui assurer une autonomie d'un an en toute sécurité, et en particulier pour lui permettre de traverser les conditions extrêmes de l'hiver polaire, il est en effet nécessaire d'en compléter l'équipement (chaufferie renforcée, générateurs redondants, stocks divers... sans oublier les équipements scientifiques). Le coût de cette phase, chiffré à 130000 \$, était dû en majeure partie aux nombreuses rotations aériennes à mener entre le site et la ville de Resolute Bay, pour le transport des matériels et du personnel.



Les deux monomoteurs ayant accompli les transferts de matériels et de personnel entre Resolute Bay et le site très isolé de la station.

(doc. TMS)

La Mars Society a fort heureusement bénéficié du soutien de deux pilotes bénévoles qui ont tout pris à leur charge, y com-

pris l'essence consommée par leurs appareils ! Un sacré coup de main ; merci à eux ! Cette phase critique s'est parfaitement déroulée et a atteint ses objectifs, permettant désormais de préparer la phase opérationnelle proprement dite. L'habitat FMARS a été trouvé en excellent état, malgré sa traversée de trois nuits polaires sans visite ; sa structure en nid d'abeille de fibre de verre, particulièrement efficace thermiquement, s'avère de plus très résistante dans le temps. Quant aux équipements (générateur, circuits électriques, moyens informatiques et de communication satellitaire...), tous ont pu être réactivés sans problème majeur ; un grand soulagement. Les moyens de chauffage sont désormais à redondance multiple ; ils utiliseront nominale la récupération de la chaleur produite par les générateurs électriques, eux-mêmes redondés, en particulier avec l'installation d'un nouvel appareil, ultra-moderne, acheté grâce au don de *Planète Mars* et baptisé *Car-not* par la Mars Society, en hommage à ce grand scientifique français.

En juillet 2014 se déroulera une phase logistique complémentaire, de 15 jours également, destinée à préparer l'habitat, de façon à ce que la simulation puisse réellement démarrer dès l'arrivée de l'équipage. Elle permettra en particulier d'installer les matériels propres aux expériences programmées, et de compléter la dotation en consommables (fuel).

Puis sera lancée la phase opérationnelle d'un an ! Son coût est estimé à un million \$, somme conséquente, mais pour la réunion de laquelle la Mars Society dispose de plus de temps et à laquelle devraient contribuer les organismes de recherche participants. Elle a d'ailleurs déjà relevé un défi d'une ampleur identique avec la mise en place de FMARS en 2000. Les membres d'équipage seront sélectionnés selon des critères et un processus beaucoup plus stricts que pour les missions de courte durée. Bien entendu, à côté des aptitudes techniques et des spécialités scientifiques, les qualités comportementales et psychologiques tiendront une place essentielle dans la sélection. Il est prévu de tester ces aspects, aux plans individuel et collectif, lors d'une mission d'évaluation à la station MDRS de l'Utah.

La Mars Society offre aux communautés scientifiques susceptibles d'être intéressées de proposer « l'embarquement » de leurs propres expériences. Les spécialistes de l'Arctique, en particulier, peuvent y trouver un intérêt, et la Mars Society a déjà conclu dans ce sens un accord de coopération avec le réseau international arctique *EU-Interarc*. Mais tous les membres de l'équipage devront être des passionnés motivés par la perspective de l'exploration humaine de la Planète rouge ; il s'agit en effet d'une condition essentielle pour le réalisme de la simulation et, tout autant, pour avoir la meilleure garantie de résilience des participants aux conditions extrêmes de l'opération. De même, en matière d'activités scientifiques, la priorité sera donnée à celles qui présentent le plus d'analogies avec les futures investigations martiennes, en particulier celles impliquant des activités de terrain, géologiques, microbiologiques et climatologiques.

En effectuant une mission de simulation d'une durée représentative de celle qui sera imposée par la mécanique céleste à une expédition réelle sur la Planète rouge, un grand pas en avant sera fait pour savoir comment des êtres humains pourront le

plus efficacement possible mener une mission d'exploration planétaire. *MA365* doit permettre d'aller plus loin que la mission *Mars500* récemment achevée à Moscou car, au lieu de rester dans un habitat confortable au milieu d'une ville, l'équipage de *MA365* sera tenu de mener un programme soutenu d'exploration de terrain, dans un environnement dangereux et isolé, sous beaucoup des mêmes contraintes que celles auxquelles un équipage martien serait réellement confronté.

Les difficultés techniques, logistiques, humaines de ce projet sont importantes. Mais, s'il peut être mené à bien, son impact promet d'être remarquable. Sur le plan technoscientifique d'abord, car ce sera la simulation la plus représentative jamais menée, avec en particulier des informations précieuses dans le domaine humain. Et sur le plan médiatique, le retentissement promet d'être très significatif. Reste à surmonter le défi du financement !

Des renseignements peuvent être obtenus sur le site [www.marsociety.org](http://www.marsociety.org) ou auprès de l'*Association Planète Mars* ([www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)).



*Mission accomplie ! Vue aérienne du site à l'issue des opérations de mise à niveau de juillet 2013.*

(doc. TMS)

**Richard Heidmann**

## LA VIE DE L'ASSOCIATION

### *THE MARS SOCIETY*

La 16<sup>ème</sup> convention internationale de l'association s'est tenue à l'Université du Colorado, à Boulder, dans les lieux mêmes où s'était rassemblée la convention de fondation en août 1998. Un des sujets-phares a naturellement été le projet MA365, avec le compte rendu de la mission préparatoire, qui venait juste de s'achever (article ci-dessus). Mais la « vedette » de la convention fut indéniablement Dennis Tito, qui présentait l'avancement de son extraordinaire projet *Inspiration Mars*.

En février dernier, le riche entrepreneur américain (qui fut le premier touriste spatial), s'est proposé de lancer, en moins de cinq ans, la première mission habitée vers la Planète rouge ! Il prévoit d'envoyer – dès janvier 2018 – un équipage de deux astronautes dans un vaisseau devant accomplir un survol de la planète avant de revenir vers la Terre. Un défi considérable, compte tenu du faible délai de préparation et du financement à rassembler (1,5 à 2 milliards \$), défi qui vient bousculer les dogmes officiels stipulant que le vol interplanétaire ne saurait être mené à bien en moins de vingt ans...

La Mars Society loue et soutient cette initiative, capable « d'effacer des cartes de l'espace les dragons semblables à ceux qui figuraient autrefois sur les cartes des mers inconnues ». En accord avec son promoteur, elle organise pour la soutenir concrètement **un concours étudiant international** sur le projet, doté d'un 1<sup>er</sup> prix de 10000 \$. L'idée est que de ces études devraient émerger un certain nombre de propositions innovantes permettant d'en améliorer la conception.

Les conditions de ce concours - une belle opportunité ! - sont détaillées dans une note sur le site de la Mars Society. Vous pouvez aussi vous rapprocher de Planète Mars (contact : [heidmann.r@orange.fr](mailto:heidmann.r@orange.fr)), tant pour l'établissement de votre candidature que pour l'étude proprement dite.



**Robert Zubrin remet à Dennis Tito (à droite) et Taber MacCallum (directeur exécutif) le drapeau martien, en leur demandant de le faire voler autour de Mars !** (doc. TMS)

À noter, parmi les nombreuses présentations de cette convention, celle de notre collègue **Boris Segret**, du LATMOS (CNRS), présentant un très intéressant projet martien de micro-satellite CubeSat, qu'il propose en liaison avec un doctorant d'une université taïwanaise (**Jordan Vannitsen**, ancien membre de notre CA) et avec le soutien de l'association.

### ASSOCIATION PLANÈTE MARS

**Elisa Cliquet Moreno** (au titre du CNES) a participé à un article du numéro de juin de Ciel et Espace sur la mission « Inspiration Mars » de Dennis Tito.



**Fin juin Armande Zamora et Patrick Sibon ont fait réaliser une maquette de Curiosity par les élèves de l'école primaire de La Barasse.**

(doc. A. Zamora/P. Sibon)

**Charles Frankel** a signé un article « Le promeneur de Mars », paru dans le n° d'été de la revue Macrocosme et a présenté le 12 juillet à Ollioules « Les dernières découvertes de Curiosity ». Le numéro d'Espace et Exploration de juillet août est paru avec un article de **Florent Mennechet** sur ses études de rovers pressurisés et d'**Alain Souchier** sur la mission de simulation Mars2013 organisée au Maroc par le forum spatial autrichien. **Jean-François Pellerin** et **Alain Souchier** ont assuré une présence sur le stand IPSA du salon du Bourget pour la promotion du livre « Embarquement pour Mars ».

**Alain Souchier** (à titre professionnel) a assisté au congrès de propulsion de l'American Institute for Aeronautics and Astronautics à San Jose du 15 au 17 juillet. Le 7 août **Richard Heidmann** a été interviewé par France Inter à l'occasion de l'anniversaire de l'atterrissage de Curiosity. **Boris Segret** (à titre professionnel) et **Richard Heidmann** ont participé à la 16<sup>ème</sup> convention de la Mars society à Boulder du 15 au 18 août. Une interview d'**Alain Souchier** est parue dans l'Express « Conquête de l'espace » de début août et **Charles Frankel** a aussi été interviewé pour le numéro de septembre de Ciel et Espace. **Boris Segret** (à titre professionnel) a présenté à nouveau le projet de CubeSat martien au congrès « European Planetary Science » tenu à Londres du 8 au 13 septembre.

**Richard Heidmann** et **Elisa Cliquet Moreno**, au titre du CNES, ont été cités dans le numéro spécial de Science et Vie "Aller sur Mars" de septembre. Un article d'**Elisa** sur les options de propulsion vers Mars est paru (au titre du CNES) dans le numéro de septembre d'Espace et Exploration. **Alain Souchier** a présenté « L'exploration de Mars » aux 8<sup>èmes</sup> journées « Auriol à la rencontre de l'Espace » le 13 septembre et « Ariane et l'homme sur Mars » à Vaux-sur-Eure le 21 septembre (après une interview sur France Bleu Évreux) puis à Vernon le 10 octobre. Rencontrés à Auriol, **Armande Zamora** et **Patrick Sibon** ont fourni à l'association de nouveaux éléments pour les scaphandres de simulation (2<sup>ème</sup> combinaison et systèmes de climatisation). **Yves Tichené** a installé une exposition « A la découverte de la planète Mars » dans les locaux d'Air France à Roissy du 16 au 27 septembre, avec conférence le 30 septembre.

Enfin durant l'été, plus d'une dizaine de médias ont cité le livre « Embarquement pour Mars » écrit par des membres de l'association et de son conseil d'administration.

Du 23 au 27 septembre **Jean-Marc Salotti** a assisté à titre professionnel au congrès d'astronautique IAC de Pékin, où il a participé aux activités du groupe de travail de l'Académie Internationale d'Astronautique (IAA) sur de nouveaux scénarios de missions martiennes humaines. **Jean-Marc Salotti** assure le secrétariat de ce groupe de travail créé suite à une intervention de sa part au congrès IAC à Cape Town il y a deux ans. Participent également de façon active à ce groupe **Alain Dupas**, **Richard Heidmann** et **Elisa Cliquet Moreno** (au titre CNES).

### Alain Souchier



**Heure H pour l'expérience préparée par une équipe de Centrale Lille, soutenue par Planète Mars, visant à démontrer la création d'une gravité artificielle lors d'un vol Terre-Mars par mise en rotation de l'habitat. Le vol sur l'Airbus Zéro G était prévu le 9 octobre.**

**Ont collaboré à ce numéro :** Pierre Brisson, Richard Heidmann, Yves Monier, Alain Souchier.  
**Achevé d'imprimer :** QuadriCopie 27200-Vernon.  
**Dépôt légal :** octobre 2013

**EMC13**

**13<sup>th</sup> European Mars Society Convention**

**25-27 October 2013**

**IPSA Paris Ivry-sur-Seine**

Information :  
[www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)

SAFRAN  
 AÉROSPACE · DÉFENCE · SECURITY

IPSA  
 ÉCOLE SUPÉRIEURE  
 D'INGÉNIEURIE  
 DE L'AIR ET DE L'ESPACE

[www.iprsa.fr](http://www.iprsa.fr)  
 7-9 rue Maurice Grandcoing - 94200 Ivry-sur-Seine

Aouda ÖWF suit  
 Doc. APM

Après les 1<sup>ère</sup> et 6<sup>ème</sup> éditions, c'est à nouveau *Planète Mars*, sa section française, qui organise le congrès annuel européen de la *Mars Society*, **EMC13**, dans les locaux et avec le soutien de **l'IPSA**.

Une occasion unique de rencontre - à un moment où l'agenda de l'exploration est spécialement dense - avec un prestigieux panel de scientifiques leaders mondiaux de leur spécialité, de délégués européens et de représentants des agences NASA, ESA, CNES.

**À ne pas  
manquer !**

*du vendredi 25 octobre, 14 h, au dimanche 27 octobre, 17 h,  
à Ivry-sur-Seine (à deux pas de la station du RER C)  
7-9 rue Maurice Grandcoing*

*renseignements, programme détaillé, inscription sur [www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)*