



PLANÈTE MARS



Numéro 37 *Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris* www.planete-mars.com octobre 08

ISSN 1772-0370

ÉDITO : TEMPS INCERTAINS

Pendant les six prochains mois le programme d'exploration spatiale devrait subir un certain flottement aux USA, le temps que la nouvelle administration américaine se mette en place, et ceci quel que soit le candidat élu. A ce même terme, ou un peu plus tard, un changement d'administrateur de la NASA est probable. La période finale de la campagne présidentielle US a vu néanmoins, après une phase d'assez grande discrétion, des prises de position plus marquées des candidats dans le domaine spatial et sur le programme d'exploration, positions finalement pas très éloignées l'une de l'autre. Bien sûr, l'incertitude n'est pas qu'électorale ; la situation financière et économique ne facilite pas l'affichage d'objectifs ambitieux.

Cette période transitoire va au moins permettre que les développements d'Ares et d'Orion, fortement soutenus par l'actuel administrateur, qui souhaite verrouiller ces programmes avant son possible départ, continuent sur leur lancée. Mais les options à long terme, comme les missions martiennes, ne feront pas l'objet de prises de position franches avant la fin de la période.

Paradoxalement, et malgré la pression des limitations budgétaires, c'est dans ce climat d'incertitude que l'Europe devrait confirmer, lors de la prochaine conférence ministérielle de l'ESA de fin novembre, le programme d'exploration majeur du rover ExoMars, et consolider d'autres actions visant à construire sa future position dans l'exploration en général.

Quel que soit momentanément l'état de l'environnement, les arguments avancés par l'association en faveur de l'exploration, et de celle de Mars en particulier, ne sont nullement remis en cause. Depuis la création de « Planète Mars », ces arguments ont fait leur chemin ; l'exploration est désormais reconnue comme un des piliers de toute politique spatiale et - tout particulièrement en Europe et en France - l'intérêt pour la découverte scientifique de la Planète rouge est clairement manifesté. Il s'agit pour nous, temps incertains ou pas, de continuer à soutenir ce grand projet.

Richard Heidmann

président de l'association Planète Mars

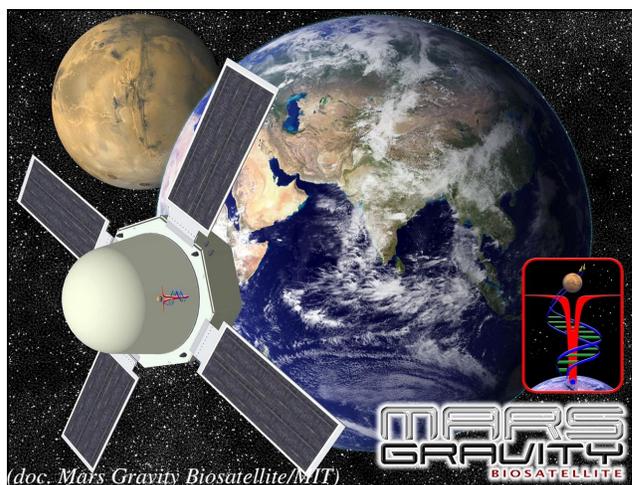
Dans ce numéro :

- Des souris et des hommes p.1
- 11^{ème} Congrès de la Mars Society p.3
- Simulations lunaires et martiennes à Devon p.4
- Phoenix : à la découverte de l'eau martienne p.5
- La vie de l'association p.6
- Destination la Lune puis Mars : les lanceurs Ares p.6

prochain numéro : janvier 2009...

DES SOURIS ET DES HOMMES

ou la belle aventure d'un étudiant français à Boston



Le projet « Mars Gravity Biosatellite » a été initié en 2001 par la Mars Society sous le nom de « Translife ». Actuellement le projet est mené par le MIT (Massachusetts Institute of Technology, près de Boston) et le Georgia Institute of Technology situé à Atlanta. Dans cet article, nous allons tout d'abord détailler les motivations d'un tel programme d'étude et les apports scientifiques et éducatifs de ce projet. La deuxième partie sera consacrée au résumé de l'activité effectuée par une équipe d'étudiants cet été au MIT, à laquelle participait Nicolas Sarda, élève ingénieur à l'INSA Rouen, membre de l'APM et soutenu par l'association.

Lors d'un vol habité vers la planète Mars, nous savons que la perte de densité osseuse est d'environ 1,5 % par mois dans le cas d'un vol en apesanteur, grâce aux retours d'expérience de l'ISS et de Mir. Cependant, nous ne savons pas quelle est le pourcentage de perte osseuse pour des astronautes vivant pendant 18 mois (durée de la mission selon les scénarios de Robert Zubrin, fondateur de la Mars Society, ainsi que selon ceux de la NASA) sous une gravité partielle mais non nulle. En effet, la gravité de la planète Mars est 38 % de celle de la Terre ; il est donc possible de faire de jolis bonds sur Mars, mais plus petits que sur la Lune... (celle de la Lune étant de 17 %). Des études réalisées dans les années 90 et au début de la décennie montrent que, pour des astronautes âgés de 35 à 40 ans, la perte osseuse due à cette expédition représente une augmentation de 2 à 6 fois du risque de fracture.

Le but de ce projet est donc de déterminer, pour la première fois, la réponse physiologique de mammifères par rapport à l'intensité de la gravité subie. Nous connaissons depuis plusieurs décennies maintenant les effets d'une gravité proche de 0

(déminéralisation osseuse, afflux sanguin vers les parties hautes du corps, fonte musculaire...), mais il nous reste à étudier les effets d'une gravité partielle. Cette étude est cruciale pour l'exploration habitée de la planète Mars, les résultats obtenus permettant de déterminer la vitesse de rotation optimale des vaisseaux spatiaux lors des trajets interplanétaires, afin d'obtenir une gravité partielle à l'intérieur de ceux-ci (voir à ce sujet le nouveau grand projet de la Mars Society "TEMPO^3"). Les enseignements obtenus serviront également à définir, si nécessaire, des contre-mesures pour les spationautes présents un an et demi à la surface de Mars.

Les objectifs scientifiques sont les suivants : en utilisant un modèle de mammifère satisfaisant (des souris), nous cherchons à quantifier les effets d'une exposition prolongée à une gravité martienne sur la perte osseuse, l'atrophie musculaire, l'adaptation neuro-vestibulaire (troubles de l'équilibre), l'immunologie et les effets des radiations.



descriptif de la mission (Mars Gravity Biosatellite/MIT)

Afin de répondre à ces questions, un satellite sera lancé en orbite autour de la Terre, à 370 km d'altitude et 41° d'inclinaison par rapport à l'équateur, à partir de Cap Kennedy en Floride. Plusieurs lanceurs ont été étudiés, dont le Falcon 1 (8,5 millions de \$) de la société SpaceX, créée par le fondateur de PayPal, ou le Minotaur IV (22 millions de \$) de la société Orbital Science Corporation. Le lanceur Minotaur IV a été préféré pour le moment car il peut satelliser une plus grande masse. Le satellite emportera 15 souris soumises à une gravité artificielle équivalente à celle de Mars. Une fois en orbite, le satellite entrera en rotation autour de son axe longitudinal à une vitesse d'environ 32 tours par minute afin d'obtenir une gravité artificielle. La durée prévue de la mission est de cinq semaines. Il s'agira de la première investigation de longue durée sur les effets de la microgravité sur des mammifères. A la fin de la mission, la partie du satellite contenant les souris effectuera une rentrée atmosphérique de type balistique et sera récupérée en plein vol dans le désert de l'Utah par un hélicoptère (même type de retour que la mission NASA Stardust).

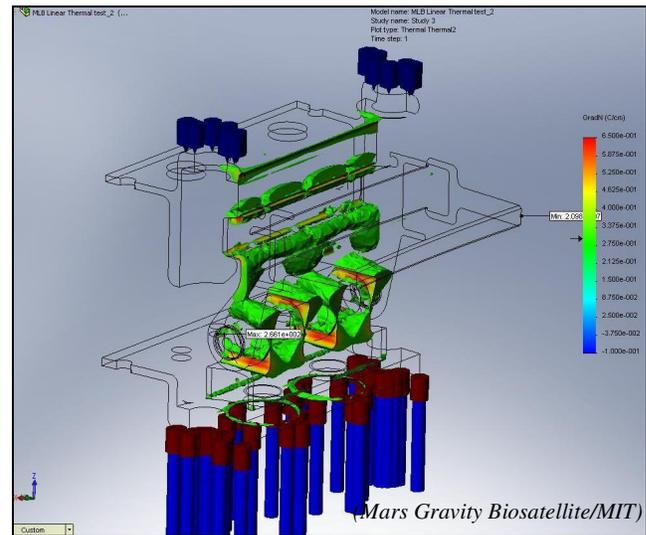
Les partenaires du projet ont réparti les tâches comme suit : le MIT s'occupe du management du projet, des objectifs scientifiques de la mission, de la conception et des essais des modules de charge utile (contenant les souris et revenant sur Terre) et du bus (alimentation en électricité, chaleur, communication, etc.). Le Georgia Institute of Technology, quant à lui, prend en charge la dernière partie du satellite, à savoir le module de retour dans l'atmosphère ainsi que l'interception en vol. L'université de Washington et une université australienne ont parti-

cipé au projet de par le passé.

Il nous semble important de préciser que le projet est conçu et dirigé par des étudiants allant du niveau bac au doctorat. L'attrait des étudiants pour ce projet vient principalement du fait qu'il répond à des questions critiques pour l'exploration spatiale, avec de grandes ambitions. Depuis 2001, plus de 500 étudiants de nombreuses nationalités ont participé au projet. Bien entendu, les phases de conception étant celles qui coûtent le moins cher (que ce soit en main-d'œuvre ou en argent, mais pas en temps...), le projet est quasi exclusivement le fait d'étudiants. Cependant, plus le projet s'approchera de la phase d'industrialisation, plus celui-ci inclura des sous-traitants industriels ayant un savoir-faire reconnu, afin de minimiser les risques.

A la date d'aujourd'hui, un lancement serait possible dans les trois ans si les partenaires du projet obtenaient les fonds nécessaires. Entre 2001 et juin 2007, les universités responsables du projet ont réussi à rassembler plus de 1,7 million de \$, pour un coût total du projet estimé à 55 millions de \$ environ. La moitié du budget doit être financée par la NASA. La revue préliminaire de conception (phase B) a été réalisée en juin 2007.

Un des aspects originaux du projet est la mise en place du site web yournameintospace.org qui permet de récolter des fonds de manière originale tout en communiquant sur le projet. En effet, il est possible pour tout un chacun d'acheter une surface à l'extérieur ou à l'intérieur du satellite. Des sponsors peuvent ainsi placer un logo, un nom, une signature, une photographie ou autre sur ces surfaces. Bien entendu, plus la surface que vous réservez est importante, plus le prix est élevé. Une fois le satellite en orbite, des photographies des surfaces sponsorisées seront prises par des caméras situées sur les panneaux solaires du satellite ou à l'intérieur de celui-ci. Certaines parties (les plus chères...) sont situées sur la partie du satellite qui retournera sur Terre. Vous pourrez donc dire qu'une partie de vous-même est allée dans l'espace et en est revenue...

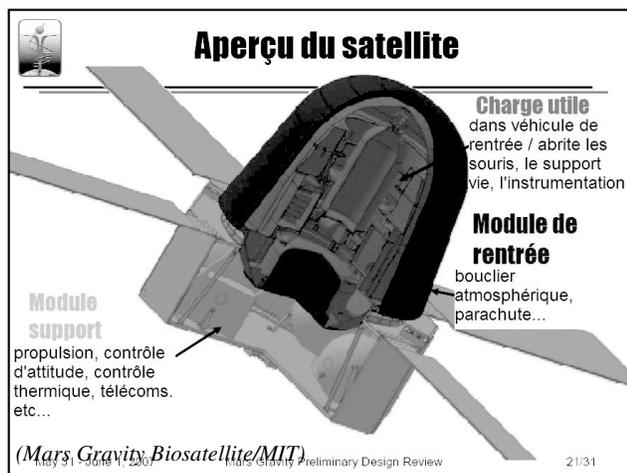


le modèle thermique sur lequel a travaillé l'auteur

Passons maintenant à la description du travail effectué par l'équipe d'étudiants pendant cet été au MIT. L'équipe se composait de 9 étudiants : 6 Américains (4 MIT, 1 GeorgiaTech, 1 Duke University), 2 Indiens (IIT Mumbai) et 1 Français (INSA Rouen). Nous étions également encadrés par deux étudiants en master et deux doctorants du MIT. A noter que tous les étudiants de l'équipe d'été, à part l'auteur de ces lignes, étaient de

niveau Bac+1/2. La motivation et l'autonomie des étudiants américains est tout simplement un cran au-dessus de leurs homologues de même niveau en France, bien qu'ayant de plus faibles connaissances théoriques et techniques. Mais l'auto apprentissage n'est pas un problème pour eux. En ce qui concerne les étudiants indiens, étant donné que leur système éducatif est le plus compétitif du monde (il est plus difficile de rentrer dans un Indian Institute of Technology que de rentrer au MIT ou à CalTech), cela se passe de commentaires...

Le groupe était scindé en trois équipes: une équipe (5 personnes) en charge de la conception d'un outil Matlab chargé de calculer l'influence de certains paramètres physiques sur l'orbite du satellite (gradient de gravité, pression du vent solaire, champ magnétique terrestre, atmosphère résiduelle, etc.). Une autre équipe de deux personnes était en charge de la vérification des systèmes de communication du satellite avec les stations au sol et de l'influence de la variation d'altitude/attitude du satellite sur celles-ci. La dernière équipe de deux personnes, dont je faisais partie, était en charge d'une étude thermique et de structure sur le satellite. L'étude thermique consistait à déterminer si l'hypothèse d'évacuation de la chaleur générée par les souris par l'intermédiaire de l'anneau mécanique reliant la charge utile du satellite au bus (par conduction) était valide, et de quantifier les paramètres de température et de puissance à évacuer. L'étude de structure avait pour but de déterminer si le modèle actuel du satellite, obtenu après la revue préliminaire de conception, supportait d'un point de vue mécanique les contraintes statiques et dynamiques du décollage. Un modèle éléments finis a été initié mais, contrairement à l'étude thermique, celui-ci n'a pas pu être achevé à la fin des neuf semaines de travail.



Au mois de septembre 2008, l'auteur a appris que devant les faibles (sic) résultats obtenus jusqu'à ce jour en matière de levée de fonds, le projet dans sa globalité était mis en pause. Il est donc devenu nécessaire de trouver une alternative à la poursuite classique du développement d'un satellite après la revue préliminaire de conception. Pour l'année 2008-2009, l'équipe du MIT a donc décidé d'utiliser le module de charge utile comme une plateforme d'expérimentation biologique testable lors de vols paraboliques. Cette approche a l'avantage de rassembler l'équipe projet sur des objectifs atteignables en un an sans dépendre des fournisseurs du bus du satellite ni d'un lanceur disponible à faible coût. Ce changement d'objectifs (pour le moment) a également pour but d'augmenter la visibilité du projet afin d'attirer de nouvelles sources de financement. Les vols paraboliques vont également permettre de vérifier et vali-

der certains composants de la charge utile qui sera utilisée dans le satellite. L'équipe en charge du projet estime obtenir un afflux supplémentaire d'environ 1 million de \$ afin de pouvoir initier la revue critique de conception (CDR, phase C) en 2009-2010. Un support officiel de la NASA ou de tout autre organisme ayant la capacité de soutenir un tel projet marquerait également un succès pour l'année à venir.

Pour conclure sur une note plus personnelle, je tiens à remercier les différents partenaires qui m'ont fait confiance et m'ont permis de réaliser cette fantastique aventure, notamment l'association Planète Mars, la région Haute Normandie, ainsi que le Crous de Haute Normandie. J'ai pu enrichir mes connaissances sur les plans scientifique, technique et culturel. Il faut ajouter à cela une ambiance de travail formidable dans un cadre très agréable au sein d'une des plus prestigieuses universités au monde. Le terme de travail n'a pas le même sens quand on assouvit, comme c'est le cas ici, sa passion.

Nicolas Sarda

11^e CONGRÈS DE LA MARS SOCIETY

Il y a maintenant 10 ans, des centaines de passionnés d'espace se sont réunis au sein de l'Université du Colorado, à Boulder, pour la convention fondatrice de la Mars Society. Afin de célébrer cet anniversaire, l'Association est revenue sur ces lieux du jeudi 14 au dimanche 17 Août 2008 pour son 11^e Congrès International.

Grâce au soutien de l'Association Planète Mars et de l'IPSA, Alexandre Compagnon et moi-même avons pu participer à cet événement et présenter nos travaux concernant le gain réel de la propulsion nucléothermique par rapport à la propulsion cryogénique. Ces quatre jours furent pour nous l'occasion de rencontrer des spécialistes et d'assister à des conférences toutes aussi passionnantes les unes que les autres.



A. Compagnon (à g.) et J. Vannitsen lors de leur présentation

Après une ouverture magistrale de ce symposium par Robert Zubrin, la première journée fut pour nous l'occasion de d'exposer les résultats de notre étude, lors de la session « Propulsion ». Cette intervention, qui a suscité beaucoup d'intérêt de la part des participants, a donné lieu à un débat qui s'est étendu sur toute la durée de la convention, tant le choix d'une technologie propulsive est déterminant pour la mission.

Lors de la première soirée, des représentants des candidats à la présidence des États-unis sont venus pour discuter de la politique spatiale américaine devant le public (débat visible sur le site de la Mars Society).



les représentants des deux candidats à la présidence

La seconde journée fut également riche en émotions. Pour ne citer que quelques intervenants : Dr Chris McKay (planétologue, NASA Ames Research Center), Geoffrey Yoder (Directeur des missions d'exploration, NASA HQ), Michael J. Straczynski (Créateur de la série Babylon 5). D'autres membres des branches européennes de la Mars Society étaient également présents ce jour-là, tel Jürgen Herholz, de la branche allemande, venu exposer le projet ARCHIMEDES, acronyme de « Aerial Robot Carrying High Resolution Imaging Magnetometer Experiment and Direct Environment Sensors ». ARCHIMEDES est un ballon gonflé avant pénétration dans l'environnement martien, qui étudiera l'atmosphère de la Planète rouge. Actuellement prévue pour 2011, l'expérience devrait être lancée par Ariane 5 (en charge utile annexe).

Seules des sessions plénières ont eu lieu le samedi. De nombreuses personnalités y assistaient, comme par exemple : le Dr Carol Stoker (chercheur au sein de la mission Phoenix, NASA Ames Research Center), Elon Musk (Fondateur et Président de SpaceX). L'après-midi a été consacrée au thème religion et espace. Le banquet a eu lieu au cours de la soirée dans la magnifique salle « Glenn Miller Ballroom Center ». Robert Zubrin nous a alors présenté son nouveau livre « How to live on Mars » (sortie : décembre 2008), et annoncé le gagnant du Mars Project Challenge, organisé pour décider du prochain projet phare soutenu par la Mars Society. Il s'agit de Tom Hill, concepteur du projet « TEMPO³ » (« Tethered Experiment for Mars interPlanetary Operations Cubed »). Cette expérience utilisera un microsatellite pour étudier la faisabilité de générer une gravité artificielle pendant les 6 mois du voyage vers Mars. Durant la dernière journée nous avons pu rencontrer Artemis Westenberg, présidente de la branche néerlandaise, venue exposer les résultats de la mission MDRS Mars-OZ. L'après-midi s'est achevée avec le discours de clôture de Robert Zubrin. Ce discours a fait le point sur les différentes actions de la Mars Society depuis sa création : l'état d'avancement à ce jour rend de plus en plus concret le premier pas de l'Homme sur la Planète rouge...

ON TO MARS !

Jordan Vannitsen



SIMULATIONS LUNAIRES ET MARTIENNES À DEVON

En juillet et août 2008 s'est déroulée dans l'île de Devon (Arctique Canadien) la douzième campagne estivale du Houghton Mars Project (HMP), dirigée par le planétologue français Pascal Lee (SETI Institute & Mars Institute). Comme tous les ans l'effort a porté sur l'exploration du cratère d'impact Houghton : large d'une vingtaine de kilomètres, désert et rocailleux, le cratère et le site arctique dans son ensemble sont résolument « martiens » et se prêtent à des campagnes de simulation d'expéditions habitées sur la Planète rouge. C'est pourquoi Pascal Lee l'avait proposé à la Mars Society pour la construction en l'an 2000 du premier module de simulation martien : FMARS.

Cet été, le module de la Mars Society n'était pas exploité, mais le campement HMP bourdonnait d'activité. L'ingénieur Brian Glass de NASA/Ames y continuait la mise au point d'une foreuse automatique (DAME : *Drilling Automation for Mars Exploration*), tout comme l'Agence Spatiale Canadienne continuait l'expérimentation de cultures automatiques sous serre (Arthur Clarke greenhouse).



Bill Glass (NASA/Ames) et Pascal Lee examinent la tête de forage du "Drilling Automation for Mars Exploration", qui a atteint le pergélisol à 2 mètres de profondeur (© C. Frankel)

On notera aussi les expériences à vocation lunaire, l'ingénieur Andrew Abercromby (NASA/JSC) ayant conduit avec Pascal Lee (Mars Institute), Brian Glass (NASA/Ames), Jean-Marc Comtois (ASC) et moi-même (APM) des simulations de randonnée sur la Lune avec deux rovers interdépendants—en l'occurrence un Humvee et un Kawasaki-Mule—qui devaient évoluer à moins de 10 km l'un de l'autre et effectuer un rendez-vous en fin de journée, selon un protocole rigoureux. L'effort a porté sur la navigation et la coordination avec le centre de contrôle, par le truchement du satellite de télécom Anik F1-R, ainsi que sur la performance humaine (suivi médical, détermination des temps d'EVA minima pour récolter mesures et échantillons). Une simulation d'une journée et une simulation enchaînant deux journées ont été réussies, et le programme devrait reprendre en 2009 avec des objectifs plus ambitieux. De telles simulations s'appliquent à court terme au programme lunaire, d'autant que le cratère polaire Houghton constitue un excellent analogue du cratère Shackleton sur la Lune (pressenti comme site d'alunissage du programme Constellation), mais les leçons tirées de ces simulations concernent tout aussi bien les futures expéditions sur la Planète rouge.

Charles Frankel

PHOENIX : A LA DÉCOUVERTE DE L'EAU MARTIENNE

Arrivée à bon port dans la nuit du 25 au 26 mai dernier, la sonde Phoenix a vu sa mission prolongée au-delà des trois mois initialement prévus, pour une durée qui ne semble menacée que par l'inexorable réduction de l'ensoleillement de ses panneaux solaires, à l'approche de l'hiver boréal.

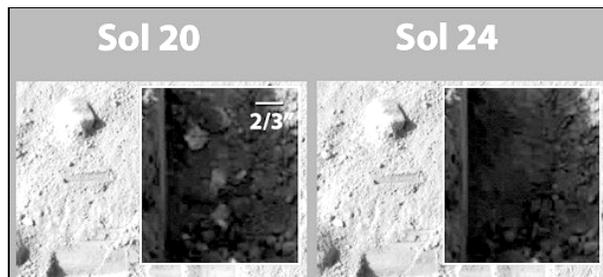
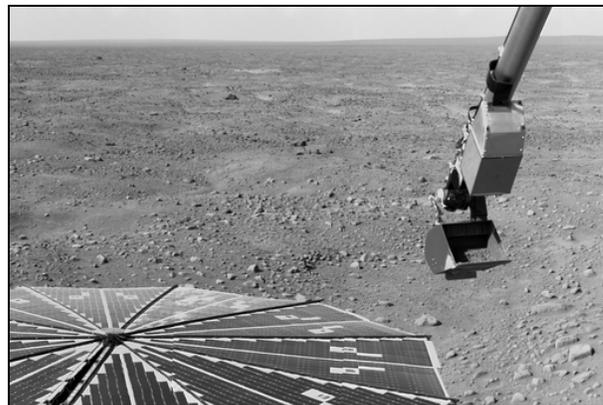
Il faudra patienter longtemps encore avant de voir exploitée et publiée l'extraordinaire moisson de données scientifiques recueillies au cours de ces mois d'investigations laborieuses. La sonde est en effet équipée d'une panoplie d'instruments sophistiqués particulièrement riche, dont il s'agit d'analyser minutieusement les relevés.

Mais en attendant, Phoenix nous a gratifiés d'une série de résultats spectaculaires au sujet de la présence et de l'histoire de l'eau sur Mars, l'objectif central de sa mission.

Dès les premiers jours, Bingo ! En soufflant la couche superficielle de sol à l'atterrissage, les jets des moteurs de freinage final ont mis à nu une couche de glace, que la caméra du bras robotique a pu photographier. Cette image explicite montre la glace, avec des fissures et des excavations probablement provoquées par la sublimation de l'eau (passage direct de l'état de glace à l'état de vapeur)...

Donc, oui, pas de doute, comme l'orbiteur Mars Odyssey nous l'avait déjà fait pressentir, le sous-sol de Mars est riche en glace d'eau, particulièrement dans ces régions de haute latitude.

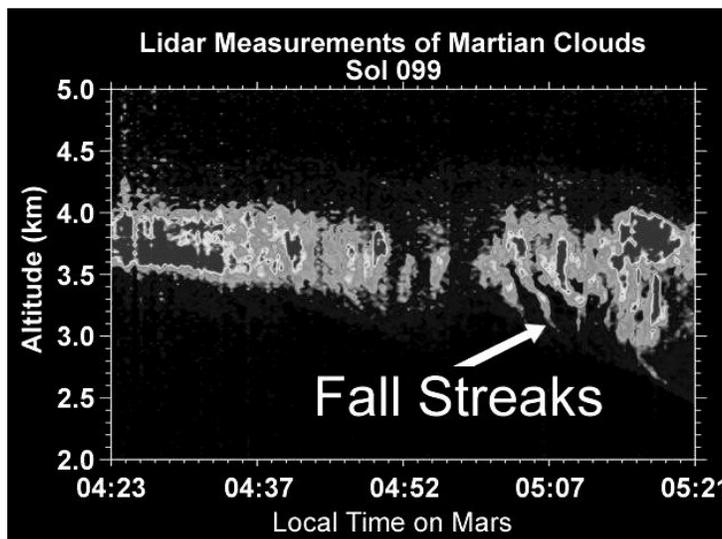
Mais Phoenix a aussi trouvé de la glace dans le sol que sa pelle a fouillé au-dessus de la couche de glace vive. Ces deux images en fournissent la preuve ; en encarts, des agrandissements du fond d'une des tranchées creusées par la sonde, pris à 4 jours d'intervalle : à droite, des débris de glace visibles à gauche se sont sublimés (échelle : la barre blanche mesure environ 16 millimètres).



Admirons pour finir le spectacle de la neige tombant dans le ciel de Mars ! (*l'image est plus belle en couleurs*¹). Le LIDAR de Phoenix (sorte de radar fonctionnant avec un laser) a fait ce relevé montrant la présence de nuages entre 3,5 et 4 km d'altitude au-dessus de la sonde. Le graphique représente l'évolution de la formation nuageuse avec le temps (de gauche à droite). A partir de 5 h environ, on voit s'en détacher des traînées qui correspondent à des précipitations neigeuses. Cependant, en descendant dans des couches atmosphériques moins humides, les cristaux de glace qui les composent se subliment (redeviennent vapeur), si bien qu'il ne neigeait pas sur le site de Phoenix. Mais avec l'arrivée de l'hiver, cela pourrait se produire. Le vaillant robot survivra-t-il suffisamment pour nous offrir ce spectacle ?

Rendez-vous d'ici quelques mois pour une synthèse des résultats de cette mission de haut vol.

Richard Heidmann



(doc. NASA-JPL-Caltech/Univ. of Arizona/Texas A&M Univ.)

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Les 7 et 8 juillet Elisa Cliquet, Alain Souchier et Jordan Vanitsen ont participé à la **revue d'Architecture Intégrée pour l'Exploration**, qui s'est déroulée au centre ESTEC de l'Agence Spatiale Européenne. Plus de 80 personnes ont assisté aux présentations d'études sur l'avenir du vol humain, l'exploration de la Lune et de Mars, et le rôle possible de l'Europe dans ce programme. Les 8 et 9 juillet, plusieurs de nos membres ont pu assister au symposium organisé à Paris par le CNES et l'ESA sur la **mission de retour d'échantillons**. Un projet très complexe, dont le coût est estimé à 5 milliards de \$ et dont les agences n'envisagent pas le vol avant 12 ans, un délai excessif qui décrédibilise le programme.

Du 21 au 23 juillet, Alain Souchier a participé au congrès annuel « propulsion » de l'AIAA (American Institute for Aeronautics and Astronautics), où il a recueilli les dernières informations sur l'**avancement des programmes Ares 1 et 5** (voir l'article dans ce bulletin). Nicolas Bérend, qui assistait aussi à ce congrès, nous a rapporté des photos de l'habitat planétaire exposé à l'Air and Space Museum de Washington à l'occasion du cinquantenaire de la NASA (reportage sur le site). Le design de celui-ci présente une certaine similitude avec celui proposé, il y a plusieurs années, par nos architectes Pierre Brulhet et Olivier Walter (et Sébastien Chauvel) !



(doc. A. Souchier)



(doc. S. Chauvel)

Alain Souchier a été invité le 24 septembre à la **célébration de ce cinquantenaire**, dans la nouvelle annexe du Air and Space Museum, près de l'aéroport de Washington Dulles. A cette occasion, John Glenn, Neil Armstrong et Michael Griffin se sont exprimés sur l'exploration (voir reportage sur le site).

Fin septembre, « Planète Mars » a édité et diffusé un **numéro spécial** sur le thème des enjeux et écueils de l'exploration spatiale pour l'Europe. Le but était d'attirer l'attention sur les risques d'un engagement irréfléchi dans des infrastructures lunaires injustifiées ou d'un choix inapproprié des créneaux propres à garantir l'implication d'astronautes européens dans l'exploration. Ce numéro est téléchargeable sur le site.

L'association Planète Mars est présente dans l'exposition organisée du 7 au 19 octobre à **Liège** à l'occasion du 10^{ème} anniversaire de la Communauté des villes Ariane, ainsi que dans l'exposition Cosmomania, créée à la Cité de l'espace de Toulouse mais désormais installée pour plusieurs mois à **Bordeaux** (à Cap Sciences).

Richard Heidmann a représenté l'association au **8^{ème} congrès européen** de la Mars Society, organisé à **Anvers** les 17 et 18 octobre, au moment précis où la Mars Society Allemagne devait procéder à l'essai en vol de son ballon **ARCHIMEDES** !

Le **Conseil d'Administration** s'est réuni le 20 septembre (compte-rendu visible en pages des membres).

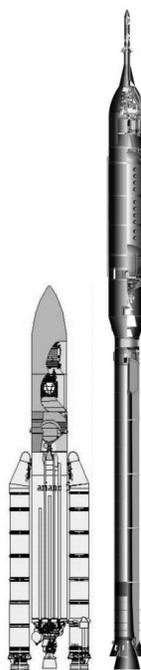
Richard Heidmann

DESTINATION LA LUNE PUIS MARS : LES LANCEURS ARES

La NASA a prévu le développement de deux lanceurs pour son programme d'exploration : Ares 1 qui doit permettre la mise en orbite de la cabine habitée Orion en orbite basse et Ares 5, beaucoup plus gros, destiné à l'envoi vers la Lune d'astronautes vers 2020 et, ultérieurement, à mettre en orbite terrestre les différents éléments nécessaires à une mission habitée vers Mars. Ares 1 est à peu près de la classe Ariane 5 avec un capacité de charge utile de 25,5 t en orbite basse tandis qu'Ares 5 a une capacité de 187 t sur le même type d'orbite. Ces performances dépassent celles de la fusée Saturn 5, qui permit aux Américains d'atteindre la Lune dès 1969.

Aujourd'hui le développement d'Ares 1 est bien avancé. Il le faut car cette fusée permettra l'accès à l'orbite terrestre des astronautes américains lorsque la navette sera arrêtée. Et, déjà, on sait qu'il y aura un hiatus d'environ 5 ans entre le dernier vol de navette et le premier vol d'Ares 1 avec à son sommet la cabine Orion et des astronautes. Rappelons qu'Ares est le nom du dieu Mars en grec, la NASA ayant voulu ainsi signifier que la mission martienne reste un des objectifs majeurs du programme.

Ares 1 est une fusée « crayon », très élancée car, pour faire vite et aussi profiter des acquis opérationnels des nombreux vols Navettes, les Américains ont choisi pour premier étage un booster de navette. Les exigences de performances ont toutefois conduit à modifier celui-ci, par l'ajout d'un cinquième segment aux quatre qu'il comporte déjà. Au-dessus, le deuxième étage à hydrogène et oxygène liquides est nouveau. Il a pratiquement le même diamètre que le corps central d'Ariane 5 (5,5 m pour 5,4) mais une masse d'ergols un peu plus faible (138 t pour 170), et il est propulsé par un moteur extrapolé des moteurs J2 de la fusée Saturn 5. Avec la cabine Orion au sommet et sa tour de sauvetage, l'ensemble atteint 99 m de haut et a, au décollage, une masse de 927 t.



Ariane 5 / Ares 1

Lors de la conférence internationale « Joint Propulsion Conference » de fin juillet, la NASA a voulu montrer que le développement de ses nouveaux lanceurs était bien engagé.

Tous ces grands programmes de développement sont cadencés par des revues qui autorisent le passage d'une étape du développement à la suivante. Ares 1 en est à la revue de définition préliminaire qui s'étendra jusqu'en septembre. Un problème fondamental restait à régler : celui des oscillations de poussée qui se produisent à un certain moment du fonctionnement du premier étage. Dans un tel étage à ergols solides, la combustion se produit sur toute la hauteur dans un puits cylindrique (voir la photo) qui va s'élargissant au fur et à mesure de la combustion. Il arrive très souvent que, pendant des périodes de l'ordre de 10 secondes, les conditions soient réunies pour que des tourbillons se produisent dans l'écoulement et fassent résonner ce

tuyau d'orgue à des fréquences de l'ordre de la dizaine de hertz ou un peu plus. Le phénomène pourrait être gênant pour la tenue des équipements de l'étage supérieur et le confort des astronautes. La NASA a annoncé le 19 août l'implantation d'un système correcteur actif d'oscillations dans la structure arrière du premier étage. Ce système est constitué de masses mises en mouvement par des moteurs électriques de manière à contrer les oscillations provenant du premier étage. La masse de ce système fera perdre quelques 600 kg de charge utile au lanceur. Cette solution est une première technologique pour une fusée. Ariane 5, qui connaît également ce type d'oscillations, les atténue en utilisant des attaches de booster sur le premier étage constituées d'un sandwich métal caoutchouc. Même si le programme en est au stade de la définition préliminaire, cela ne veut pas dire que seules des activités « papier » sont en cours.



Ares I en coupe, à gauche, montrant le premier étage à ergols solides et l'étage à oxygène (vert) et hydrogène (rouge) au-dessus. A droite, Ares 5 et Ares 1 ; le lanceur lourd est à peine plus haut. Une hauteur limite de 110 m est imposée par les portes du bâtiment d'intégration VAB, construit à l'époque Apollo. (doc. A.Souchier)



La tour d'essais dynamiques de Huntsville, située au milieu d'autres bancs de l'époque Apollo, recevra le lanceur Ares 1 de 99m de haut. A gauche, le démontage en cours pour mise en configuration Ares. A droite, la mise en place d'un orbiter lors du développement de la Navette donne une idée de la taille. (doc. NASA)

Déjà 6 000 h d'essais en soufflerie ont eut lieu (70 % du total prévu). La tour de 120 m de haut qui a servi à caractériser en dynamique la fusée Saturn 5 puis la Navette est en cours de rénovation au centre Marshall de la NASA pour recevoir Ares 1. Des machines de soudage de grande taille implantées dans le même centre ont soudé les premiers éléments de démonstration des réservoirs en aluminium lithium du deuxième étage. Un banc d'essai sous vide est en construction au Stennis Space Center de la Nouvelle Orléans pour les essais du J2X. L'un des bancs utilisé jusque là pour le moteur SSME de la Navette est déjà affecté au moteur J2X. Une première campagne d'essais a déjà eu lieu avec un moteur J2 construit avec les éléments de moteurs passés mais pas encore au standard du nouveau moteur J2X dont la poussée doit être de 30% supérieure (115 t dans cette nouvelle version).



le préprototype du moteur J2X au Stennis Space Center, en 2008



(doc. NASA)

les essais d'injecteurs à échelle réduite (poussée 9 t) sont achevés à Huntsville depuis novembre 2007

Ces essais n'ont concerné que le fonctionnement du générateur de gaz et des turbopompes (pas d'essais de la chambre de combustion principale). Un générateur de gaz prototype a été essayé à Huntsville ainsi que différentes versions à échelle réduite de l'injecteur principal du nouveau moteur. Les premiers essais du « vrai » moteur J2X sont prévus en avril 2010.



l'arrière du deuxième étage : image de synthèse et maquette



essai du parachute de 20,5 m, en juillet 2008

Le premier étage d'Ares 1 sera récupéré et réutilisé comme le sont les boosters de la Navette. Mais comme il culmine beaucoup plus haut, il retombe plus vite que ces derniers ; il faut donc redimensionner le système de récupération. Les essais de parachute sont en cours. Trois systèmes de freinage interviennent successivement dans la récupération : le premier (3,5 m de diamètre) stabilise le booster, le deuxième (20,5 m) le ralentit, permettant l'ouverture de 3 grands parachutes finaux de 45 m.

Le premier vol Ares 1 avec une cabine Orion et des astronautes est aujourd'hui prévu en mars 2015, et ce devrait être le troisième vol d'une véritable Ares 1 ; mais le premier vol d'une version expérimentale est programmé pour très bientôt, à mi-2009. Cette version est constituée d'un booster actuel de navette (donc à 4 segments), surmonté de maquettes du cinquième segment du deuxième étage et du vaisseau Orion. Malgré les différences de configuration, des informations sont attendues sur le comportement dynamique et, bien sûr, sur la mise en œuvre. Il ne faut pas non plus négliger l'effet médiatique d'un tel vol qui devrait montrer que le programme est bien sur ses rails ; les matériels de ce vol sont en train de sortir de production.

Et Ares 5 ?

Le programme Ares 5 n'est pas aussi avancé qu'Ares 1 puisque le développement ne démarrera réellement qu'à l'arrêt du programme navette en 2010 pour un premier vol prévu en 2018. La définition de la mission lunaire exige toutefois le déroulement d'études poussées dès maintenant. Ares 5 mesure 120 m de haut pour une masse au décollage de près de 3500 t. Il comporte un premier étage à hydrogène et oxygène liquides de 10 m de diamètre propulsé par 6 moteurs RS 68 de 340 t de poussée directement dérivés de ceux du lanceur Delta 4. Ce premier étage emporte 1587 t d'ergols (soit deux fois le conte-

nu du réservoir de la navette). Le décollage est assuré par l'emploi de 2 boosters de navette à 5,5 segments, soit un demi segment en plus par rapport à la configuration Ares 1. Le deuxième étage utilise le même moteur J2X qu'Ares 1, mais l'étage est beaucoup plus gros : 10 m de diamètre comme l'étage inférieur, avec 252 t d'ergols. La charge mise en orbite atteint 187 t mais comprend le deuxième étage encore chargé de 46 % de ses ergols qu'il brûlera pour s'élancer vers la Lune. Après rendez-vous avec Orion et son équipage de quatre astronautes, c'est 71 t de charge utile que le deuxième étage d'Ares 5 expédiera vers la Lune.

Les grandes revues de début de programme sont prévues après 2010 : spécifications système en 2011, conception système en 2012, définition préliminaire en 2012. Les essais dynamiques dans la grande tour de Huntsville sont planifiés fin 2014 et début 2015, puis le premier vol en 2018.

Ces derniers mois le programme Ares, dans sa définition actuelle avec les deux lanceurs, le « petit » Ares 1 et le « grand » Ares 5 a été contesté dans le milieu spatial US. Une contre-proposition fondée sur l'utilisation en corps central d'un réservoir de navette de 8 m de diamètre a été élaborée. Ce lanceur est équipé de 2 ou 3 moteurs RS 68 selon la version et de deux boosters de navette. La charge utile en orbite basse varie de 42 t à 95 t. Ce projet minimise les modifications à apporter à l'outil industriel et aux installations de lancement. Mais l'inconvénient de cette solution est d'offrir une version de lanceur lourd moins performante qu'Ares 5. Or les missions martiennes avec Ares 5 demanderont déjà 6 à 8 lancements. Il serait même intéressant que la performance Ares 5 soit un jour augmentée, par exemple avec 4 boosters utilisés au décollage au lieu de 2, quitte à retarder l'allumage de trois des 6 moteurs RS 68 pour ne pas augmenter les charges aérodynamiques sur le lanceur. Ares 5 a ce potentiel !

A.Souchier



les exemplaires pour vol Ares IX de la jupe avant et de l'adaptateur qui supportent Orion et le module de service
(doc. NASA)



printemps 2009 : le vol Ares IX (doc. NASA)

Ont collaboré à ce numéro : Charles Frankel, Dominique Guillaume, Richard Heidmann, Nicolas Sarda, Alain Souchier, Jordan Vannitsen. **Achévé d'imprimer :** Graphicoul'Eure 27120-Gadencourt. **Dépôt légal :** octobre 2008