



PLANÈTE MARS



Numéro 33 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris www.planete-mars.com Octobre 07

ISSN 1772-0370

RETOUR DE LA COMPÉTITION

Le contexte actuel de relance de l'astronautique n'est certes pas comparable à celui qui permit, en pleine guerre froide, la fulgurante réussite du projet Apollo (d'où ce tempo deux fois plus lent d'un programme soumis aux contraintes budgétaires). Pourtant, dès octobre 2003, le premier lancement d'un astronaute chinois démontrait à l'évidence que la contestation de la suprématie du leader, avec son corollaire de lutte d'influence sur la scène internationale, restait une réalité.

Depuis, la plupart des puissances spatiales ont manifesté leur intérêt pour l'initiative d'exploration spatiale américaine, il est vrai après une période d'expectative de la part des sceptiques, qui n'en attendaient qu'un remake du fiasco de la précédente initiative de 1989. Fait remarquable, les positions les plus volontaristes ont été affichées par les deux étoiles montantes de l'espace, la Chine et l'Inde. L'une et l'autre ont déclaré leur intention de débarquer elles aussi sur la Lune, au même horizon que les Américains... On peut douter de leur réelle capacité à atteindre cet objectif ambitieux ; on aurait tort de ne pas prendre au sérieux leur détermination, ni le signal qui nous est ainsi donné : oui, l'exploration spatiale est redevenue un enjeu géopolitique, la compétition est de retour.

Cette situation pourrait faire réfléchir les Américains. A supposer que, dans les années à venir, ces ambitions prennent corps, ils devraient être conduits à « hausser la barre », en affichant plus catégoriquement le débarquement sur la Planète rouge comme objectif-phare de leur programme. Quels avantages tireraient-ils en effet, tant en termes de prestige que d'avancées technologiques, d'un effort les amenant à se retrouver sur la Lune en même temps que leurs compétiteurs, sans au moins avoir clairement annoncé qu'il ne s'agit là pour eux que d'une étape vers un but beaucoup plus ambitieux et significatif ?

Richard Heidmann
Président de « Planète Mars »

Dans ce numéro :

- Édito : retour de la compétition p. 1
- La sonde Phoenix Mars Lander p. 1
- La vie de l'association p. 3
- L'image du trimestre p. 5
- Échantillons p. 6

prochain numéro : janvier 08

LA SONDE PHOENIX MARS LANDER

Tout commence fin 1999 après l'échec cuisant du programme *Mars Surveyor 98* quand, en quelques semaines seulement, la NASA perd successivement *Mars Climate Orbiter* suite à une erreur grossière lors de l'insertion orbitale, puis la sonde *Mars Polar Lander* pour des erreurs de conception...

Calqué sur le même modèle, le programme suivant, *Mars Surveyor 01*, est stoppé en urgence. Finalement, seul l'orbiteur est envoyé autour de Mars quelque temps après : on le renomme *Mars Odyssey*. Quant au lander, c'est un jumeau de *Polar Lander* qui devait partir, emportant dans ses flancs une copie du rover *Mars Pathfinder*, baptisée *Marie Curie*. Le tout est remis au placard du JPL en attendant des jours meilleurs...

Peu après, la NASA planche sur un nouveau concept de sondes martiennes moins coûteuses et complémentaires du programme principal : c'est le programme *SCOUT*. Parmi les candidats, une équipe propose d'explorer le pôle Nord de Mars en récupérant des parties du lander *Mars Surveyor 01*. Ses promoteurs assurent que l'engin sera profondément revu et modifié... Ils vendent aussi de vraies économies qui finalement ne seront jamais réalisées...

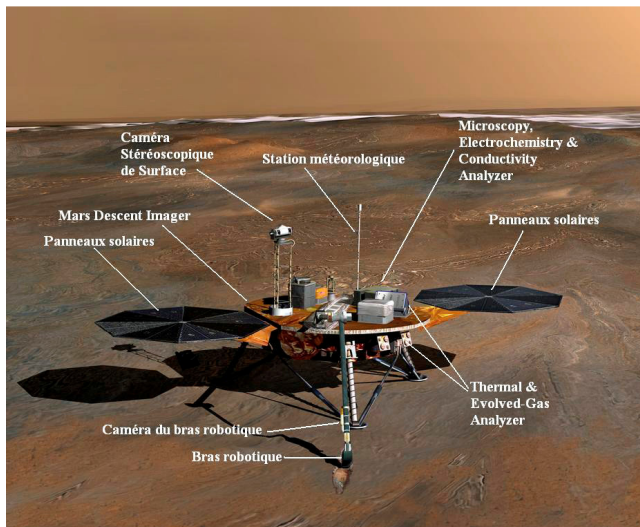


C'est le 04 août 2007 que la sonde s'envole vers Mars. *Phoenix Mars Lander* (PML) est une rescapée, d'où son nom ! L'engin devrait permettre fin mai 2008, après un voyage de 680 millions de km, de découvrir enfin les paysages des régions polaires boréales de Mars. La zone visée est bien plus au Nord que *Viking Lander 2* !

Phoenix - engin incapable de se déplacer au sol - y étudiera, pendant une durée comprise entre 90 et 150 jours martiens, la chimie et la minéralogie du site d'atterrissage situé quelque part dans *Vastitas Borealis*. Il étudiera également la distribution et la qualité du pergélisol et des glaces de surface observées, ainsi que les conditions météorologiques locales.

D'une masse totale au décollage de 690 kg, PML est muni de deux panneaux solaires, mesure 5 m de largeur sur 1,52 m de longueur et dispose de sept instruments scientifiques. La sonde emporte notamment :

- un bras robotique (RA pour Robotic Arm) conçu par le JPL, de 2,34 m de long, capable de creuser le sol sur plusieurs dizaines de centimètres de profondeur pour y réaliser des prélèvements ;

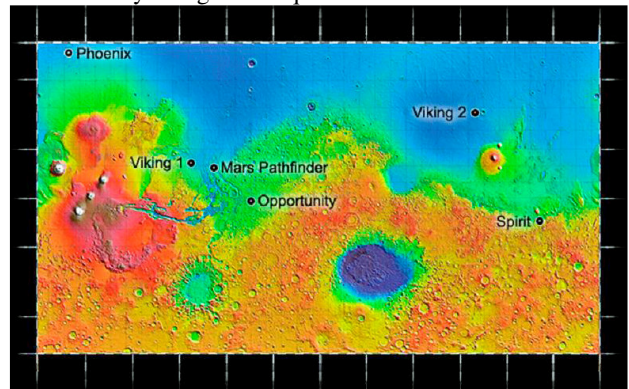


- une caméra (RAC pour Robotic Arm Camera) conçue par l'Université d'Arizona et le Max Planck Institute ; la RAC, située en bout du bras robotique sur la pelle de collecte, permettra des clichés haute-résolution en mode macro et des images couleurs de la surface ;
- un instrument analysant la conductivité, l'électrochimie et la microscopie (MECA pour Microscopy, Electrochemistry and Conductivity Analyzer) conçu par le JPL et les Universités d'Arizona et de Neuchâtel ; MECA contient en fait plusieurs instruments dont un laboratoire de chimie, deux microscopes (optique et atomique), deux sondes thermique et électrique ;
- une caméra de descente (MARDI pour Mars Descent Imager) conçue par Malin Space Science Systems, du même type que celles des sondes MER ; peu après la phase de descente sous parachute, vers 10 km d'altitude, MARDI collectera automatiquement un cliché grand-angle et en couleurs de la zone d'atterrissage ;
- une caméra stéréoscopique (SSI pour Surface Stereoscopic Imager) conçue par l'Université d'Arizona ; SSI permettra de réaliser des panoramas haute-résolution et stéréoscopiques du paysage polaire local ;
- un four couplé à un spectromètre de masse (TEGA pour Thermal and Evolved Gas Analyzer) conçu par les Universités

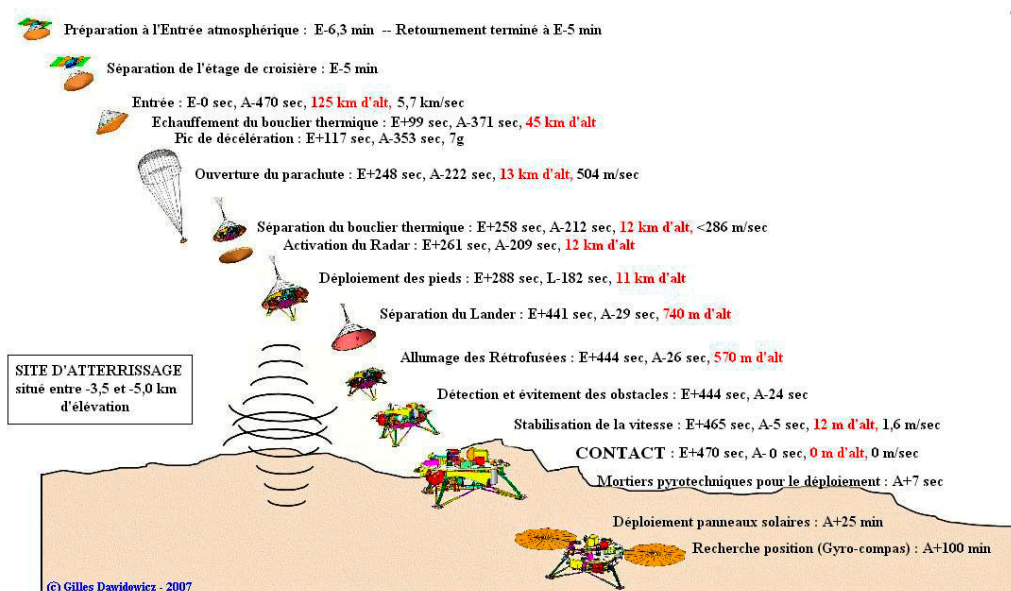
d'Arizona et du Texas ; TEGA sera chargé d'analyser les échantillons de sol et de glaces collectés par le bras robotique et chauffés par le four ;

- une station météorologique (MET pour Meteorological Station), conçue par l'Agence Spatiale Canadienne, munie de capteurs de température et de pression ainsi que d'un LIDAR ; le tout permettra des mesures quotidiennes de l'atmosphère polaire et de la quantité d'eau et de poussière en suspension.

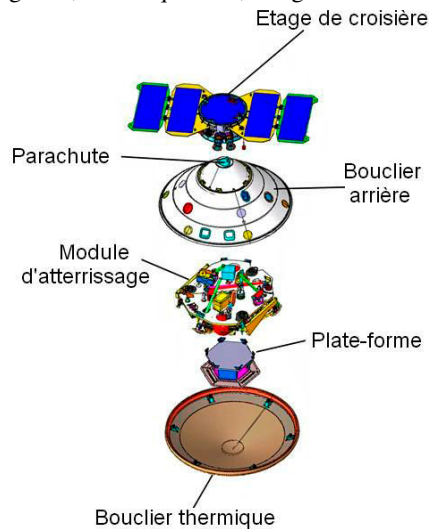
Quant au site d'atterrissage de PML, il se situe entre 65°N et 72°N et entre 230°E et 250°E, à une altitude comprise entre 3 600 m et 4 400 m. Nous sommes en pleine zone polaire boréale où des terrains et reliefs particuliers ont été façonnés par le climat spécifique qui règne ici depuis des millénaires. La zone visée se situe plus précisément à quelques kilomètres à l'Ouest du cratère d'impact *Heimdall*, du nom d'un dieu de la mythologie nordique.



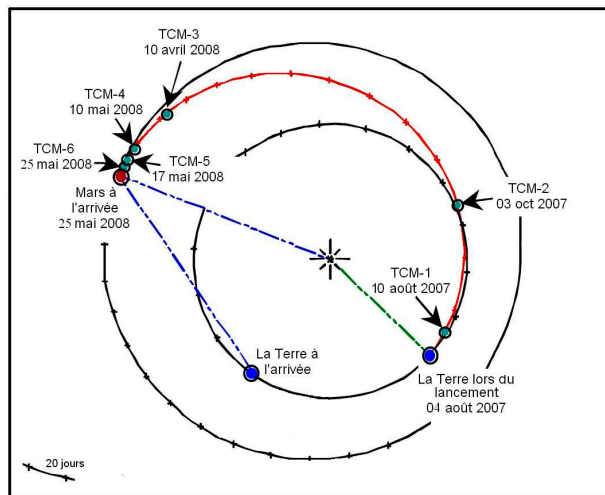
Cette région est une zone de contrastes et les terrains tantôt très plats, tantôt parsemés de buttes témoins résiduelles, de lambeaux de plateau fortement dégradés par l'érosion, de collines, de terrains chaotiques, de cratères d'impact à éjectas lobés... Il n'est pas impossible que les paysages très monotones et déprimés nous réservent toutefois des surprises de beauté sous les lumières polaires... avec peut-être des formations superficielles de surfaces tout à fait particulières et typiques des régions polaires. On pense à des paysages et héritages glaciaires et périglaciaires où les glaces mais aussi



les alternances de gel/dégel, les cycles saisonniers, les phases de dépôts et de sublimation... ont modelé un paysage unique, jamais encore observé ! Et même si nous n'observons pas de glace carbonique, il n'est pas impossible que l'on découvre des sols polygonaux, des moraines, des dunes plus ou moins prises dans les glaces, des craquelures, des gélifracts...



Une fois encore, les ingénieurs ont privilégié une zone considérée comme « sûre » pour la phase d'atterrissage, bien que PML n'utilise pas la technologie des airbags validée par les sondes *Pathfinder*, *Spirit* et *Opportunity*, technologie relativement peu compatible avec des terrains chaotiques et de lourdes sondes... Non, pour PML, l'arrivée se fera grâce à quatre rétrofusées qui termineront la grande freinée comme cela avait été le cas pour les sondes *Viking Lander*, et comme cela sera le cas pour MSL.



L'atterrissage de Phoenix aura lieu le 26 mai 2008 au matin (heure de Paris). Ce sera alors le retrait saisonnier de la calotte polaire Nord, juste quand les rayons du Soleil commencent à frapper une surface froide, gelée par un très long hiver. Souhaitons que tout se passe bien car déjà les ingénieurs ont détecté une interférence entre le microphone et la caméra de descente, nous privant de 19 photographies du site d'atterrissage...

Gilles Dawidowicz

LA VIE DE L'ASSOCIATION

ASSOCIATION PLANÈTE MARS

Sondage « nous voulons mieux vous connaître » : le taux de retour est finalement proche de 50 %, ce qui est remarquable. Merci ! L'analyse détaillée faite par Didier Bailleau, qui se révèle pleine d'enseignements, sera rendue disponible dans les pages des membres. Un aperçu du profil de ceux d'entre vous qui ont répondu, ainsi que les taux d'insatisfaction et de propositions figurent dans l'encart.

Forum : le nouveau forum Planète Mars, aux fonctionnalités beaucoup plus étendues que celles du précédent, vient d'être mis en place par les soins de William Guilleton, son modérateur. N'hésitez pas à vous y rendre et à participer (voir encart).

Moteur de recherche : ce service est désormais pleinement fonctionnel sur le site Internet, et répond d'ailleurs, d'après le nombre de visites relevées, à une attente. Il permet de faire des recherches par mots dans l'ensemble des pages du site. Merci à notre webmaster, Anthony Rocher.

Nous avons fait réaliser un complément d'une vingtaine de posters sur support rigide, dans le même format que ceux déjà en notre possession, de façon à élargir notre « offre » en matière de matériels d'exposition.

Manifestations : la conjonction du 50^{ème} anniversaire de l'ère spatiale et de la semaine de la Science nous a permis d'être présents à de nombreuses manifestations, colloques, expositions ou conférences. Citons : Bordeaux (100 ans de Conquête Spatiale), avec exposition et conférence de Richard Heidmann (texte téléchargeable en pages des membres) ; Toulouse (inauguration de la nouvelle exposition Cosmomania), à qui nous avons cédé les droits de reproduction de notre maquette de base martienne ; Snecma-Corbeil, pour une exposition et une conférence de Charles Frankel sur la vie ; Le Kremlin-Bicêtre, avec une exposition à base de panneaux et une conférence d'Alain Souchier ; Taverny (Val d'Oise) pour un Bar des Sciences ; Plovézet (Finistère) pour une conférence.



Colloques des agences : nous avons été invités à participer à « l'Atelier Français de Prospective sur l'Exploration Planétaire » organisé par le CNES, l'agence spatiale française, du 15 au 17 octobre, à Paris. Nous vous en rendrons compte dès que le CNES aura communiqué sur ses résultats. La tenue de ce forum en France, un an avant le conseil des ministres européens, qui devra décider des orientations de l'Europe spatiale dans les prochaines années, est significative de l'intérêt porté à l'exploration. Nous sommes par ailleurs invités à un colloque similaire, « **International Space Exploration Conference** », organisé cette fois à Berlin, en novembre, conjointement par l'agence spatiale européenne et l'agence allemande (DLR). Notre participation à ces deux manifestations nous permettra de maintenir une bonne perception du contexte français et européen et d'avoir, à cette occasion, un contact privilégié avec les acteurs.

Le **Conseil d'Administration** de l'association s'est réuni le 29 septembre au siège. Il s'est tout particulièrement penché sur les suggestions émises dans le cadre du récent sondage, afin d'en tirer le meilleur profit pour nos actions. Le compte-rendu sera prochainement posté en pages des membres.

THE MARS SOCIETY

La 10^{ème} convention internationale de la Mars Society, coparrainée par la **National Space Society** et la **Planetary Society**, s'est déroulée du 30 août au 2 septembre à l'Université de Californie, à Los Angeles (UCLA). Voici un aperçu des principales interventions, qui donne une idée de l'intérêt de ces congrès.

Elon Musk, président de Space X, s'est fixé comme objectif d'abaisser le coût de la mise sur orbite terrestre à 1 000 \$/kg. Il négocie avec la NASA pour la desserte de l'ISS avant l'arrivée du vaisseau Orion.

Le Dr **Fuk Li**, directeur des programmes martiens au JPL, a rappelé les trois objectifs : la recherche d'indices de vie, l'étude de l'histoire du système solaire, la préparation des futures missions habitées.

Robert Zubrin a abordé tous les aspects de la conquête martienne et prôné un plan de mission habité fondé sur le concept Mars Direct. Il a habilement pourfendu les partisans d'une base lunaire (« la station de péage lunaire »).

Le Dr **Steve Benner**, qui étudie les limites de la vie dans l'univers, a abordé quatre disciplines méconnues : la paléogénétique, la création de la vie en laboratoire, la chimie prébiotique et l'observation du cosmos à la recherche de signes de vie.

Peter Diamandis est l'un des pères du X-Prize, qui a permis à Burt Rutan de gagner les 10 millions de dollars promis au premier entrepreneur privé à atteindre l'espace ; à ses yeux, le système des primes est efficace pour drainer les fonds et les talents.

Scott Horowitz a présenté la « feuille de route » de l'exploration de la NASA et fait le point du programme de développement du lanceur Arès.

Bill Clancey, de Nasa Ames et membre fondateur de la Mars Society, a présenté des essais de simulation d'un système de communication entre la « base du JSC », le « hab », un rover sans pilote et 2 astronautes.

Chris McKay, pionnier du Mars Underground, a présenté la mission de simulation de 2007 dans la Station de l'île de Devon. Ses particularités : durée exceptionnelle (quatre mois), de véritables études scientifiques sur le terrain (géologie, biologie, météorologie, psychologie, etc.), des communications avec « la Terre » respectant le décalage des signaux radio et, pendant

deux mois, une vie à l'heure martienne (jours de 24 heures et 39 minutes). **Melissa Battler**, commandant la mission, ses six coéquipiers et leurs deux remplaçants ont fait un compte rendu de leur aventure. On avait l'impression d'assister à un retour de vraie mission !

Buzz Aldrin (Apollo 11) a présenté son projet de « cycleur » Terre-Mars, vaisseau de cent tonnes évoluant en permanence sur une trajectoire elliptique de vingt-six mois, judicieusement calculée pour croiser à la fois l'orbite martienne et l'orbite terrestre.



Buzz Aldrin : « *La Lune n'est pas un endroit où il fait bon vivre, il y a mieux à faire sur Mars !* » (TMS)

Peter Smith, chef du projet de l'atterrisseur Phoenix à destination des hautes latitudes martiennes, a brillamment présenté la mission.

Parmi les nombreux autres éminents intervenants, **Mike Manga**, professeur de sciences planétaires à Berkeley, qui a conforté l'hypothèse des océans martiens, l'évêque **James Heiser**, de l'église luthérienne, membre fondateur de la Mars Society, **Bruce Betts**, de la Planetary Society et **Gus Frederick**, qui a brodé sur l'hypothèse de Gaïa de James Lovelock.

Robert Zubrin a clos la convention :

« A court terme, les sections américaines doivent privilégier le lobbying sur les candidats à la présidence, pour maintenir le programme martien sur les rails. La priorité de l'exploration de Mars est la recherche de la vie ; sa découverte aurait des conséquences philosophiques considérables. A long terme, il faut éviter aux générations futures un monde infernal où la surpopulation et la pénurie des ressources condamneraient l'humanité à la guerre, la misère et la dictature. L'expansion humaine dans l'espace et la maîtrise de ses nouvelles ressources sont le salut de nos descendants ».

(Etienne Martinache)

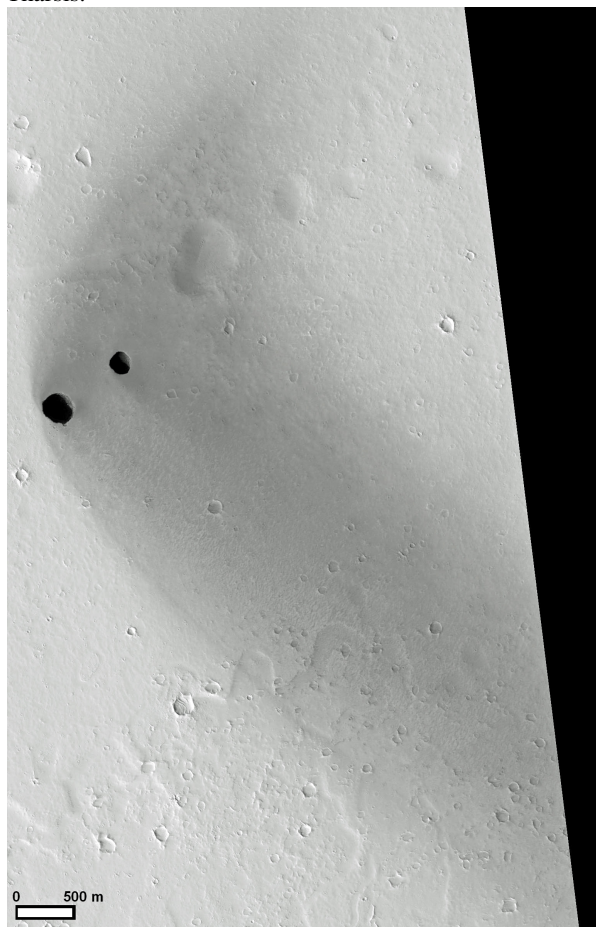
Du 19 au 21 octobre se tenait par ailleurs le 7^{ème} congrès européen de la Mars Society, à Delft, aux Pays-Bas. « Planète Mars » y était représentée, avec une communication sur le projet de rover pressurisé par Pierre Brulhet, Oliver Walter et Yohan Huguet, et une autre sur l'analyse de la sûreté de la mission par Richard Heidmann. A cette occasion, les représentants des différentes sections européennes se sont réunis pour coordonner nos actions, en particulier en vue de la conférence ministérielle de l'Agence Spatiale Européenne qui doit se tenir dans un an et décidera l'orientation du programme d'exploration dans les prochaines années.

Richard Heidmann

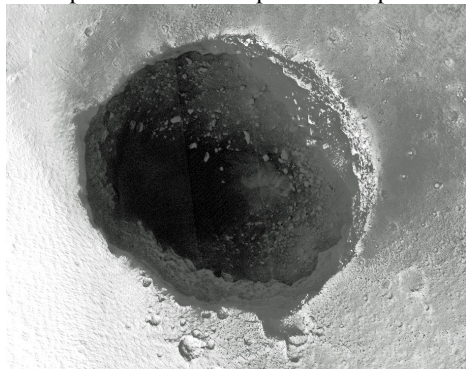
L'IMAGE DU TRIMESTRE :

Cavités martiennes

C'était évidemment à prévoir, et nul n'en sera vraiment surpris. La sonde MRO, continuant son labeur en orbite, a photographié d'autres cavités très sombres du côté de Tharsis.

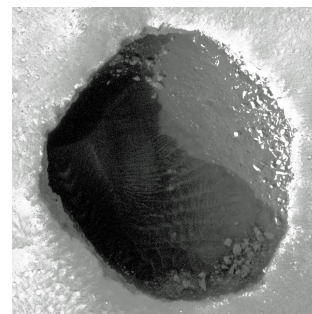


Contrairement aux observations précédentes de puits (voir le site Internet de l'association et le bulletin précédent), dont nous ne voyions pas le fond, les nouvelles cavités observées nous sont dévoilées complètement. Et il semble bien qu'elles soient peu profondes (moins de 100 m), puisque l'on voit pour les deux leur plancher respectif.



Leur morphologie interne est très différente de celle du puits référence (" Jeanne ") puisqu'elles présentent, dans leurs parties hautes, des blocs gravitaires presque en place.

Les pentes internes ne semblent donc pas sub-verticales sur toute la hauteur du puits, voire pas sub-verticales du tout à certains endroits du pourtour de la cavité. Comment d'ailleurs de tels blocs pourraient-ils être présents à ces endroits sur une pente verticale ?



Les vues à haute résolution et retraitées permettent quelques premiers constats :

- 1/ La cavité Ouest fait près de 250 m de diamètre, celle à l'Est environ 170 m.
- 2/ Si ces cavités ne sont pas parfaitement circulaires, leurs contours sont d'une netteté remarquable.
- 3/ Il est à noter que des "éclaboussures" claires apparaissent dans la partie Nord-Est des deux cavités, en rebord et en sub-surface.
- 4/ Les couches internes des cavités sont plus sombres que la surface alentours.
- 5/ Les blocs présents à l'intérieur semblent plutôt anguleux et donc locaux. On observe un certain granoclassement gravitaire. Leur coloration est semblable à celle de la surface avoisinante.
- 6/ Les deux planchers semblent recouverts de poussières sombres suffisamment fines pour avoir permis la mise en place de dunes, ce qui implique des courants d'air internes au moins dans la cavité la plus à l'Est.
- 7/ Pas d'éjectas observés à l'extérieur des cavités.
- 8/ Pas d'indication particulière, à cette résolution, sur la nature de la coloration sombre "sortant" des deux cavités par leur côté gauche (côté Ouest).
- 9/ Il nous semble possible qu'une très forte altération chimique se soit produite au moins dans la cavité Ouest (la plus circulaire). Observez la découpe des couches géologiques intermédiaires...

Ces formations étonnantes sont probablement volcaniques, mais elles soulèvent de nombreuses questions. Outre les interrogations qui découlent des observations précédentes, il est surprenant de ne trouver que si peu de structures semblables dans la région et près des autres volcans de Tharsis. Par ailleurs, il est aussi très étonnant de les trouver aussi proches l'une de l'autre. Enfin, on peut s'interroger non seulement sur leur mise en place et leur éventuel "fonctionnement", mais il est tout aussi intéressant de comprendre le processus de comblement suite à d'hypothétiques effondrements... Pour finir, quel(s) rôle(s) pour de l'eau liquide dans tout cela ?

Gilles Dawidowicz

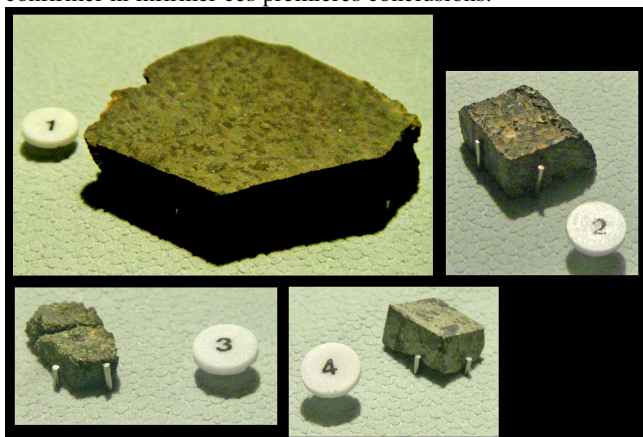
Paramètres techniques :	
Date d'acquisition : 4 avril 2007	Nord : en haut
Heure locale : 15h31	Saison : automne boréal
Latitude : 17,3°	Angle de phase : 64,9°
Longitude : 247,6° (Est)	Angle d'émission : 3,8°
Altitude : 275 km	Incidence solaire : 61°
Résolution originale : 27,5 cm/pixel	Hauteur du Soleil sur l'horizon : 29°
(soit 83 cm résolu au sol)	Longitude solaire : 217,4°

Crédit photos : NASA/JPL/University of Arizona/Gilles Dawidowicz

Retrouvez chaque semaine cette chronique et ses archives (plus de 300 articles) sur le site Internet de l'Association www.planete-mars.com

MÉTÉORITES MARTIENNES ET RETOUR D'ÉCHANTILLONS

Les agences spatiales étudient, depuis plusieurs années, des missions automatiques de retour d'échantillons martiens. Nous savons aussi que de tels échantillons existent sur Terre sous forme de météorites, roches qui, suite à un impact météoritique sur Mars, sont éjectées avec une vitesse suffisante pour échapper à la gravitation de la planète et que le hasard de leur course orbitale conduit, après plusieurs millions d'années et de tours du Soleil, à percuter la Terre. On en découvre de nouvelles tous les jours car, alors qu'en 2002 leur nombre identifié était de l'ordre de la vingtaine, on en est maintenant à la cinquantaine. On se souvient de l'émotion soulevée par l'annonce de la découverte de traces de vie fossile dans la météorite ALH 84001 en 1996 aux USA (voir à ce propos l'article « A la recherche d'une vie sur Mars » dans le bulletin n° 13 d'octobre 2002). Cette découverte a été contestée par une partie de la communauté scientifique et, depuis cette période, rien n'est venu ni confirmer ni infirmer ces premières conclusions.



Quatre météorites martiennes exposées en 2007 au muséum d'histoire naturelle à Paris :

1-Dar Al Gani 476, une Shergottite (basalte) de 2 kg trouvée en Libye en 1998 ; échantillon de 34 g.

2-Los Angeles, une Shergottite de 700 g reconnue aux USA en 1999 ; échantillon de 4,4 g.

3-Governador Valadares, une Nakhlite (clinopyroxénite) de 158 g trouvée au Brésil en 1958 ; échantillon de 1,11 g.

4-Say Al Uhaymir 005, une Shergottite de 1,3 kg trouvée en Oman en 1999 ; échantillon de 1,5 g.

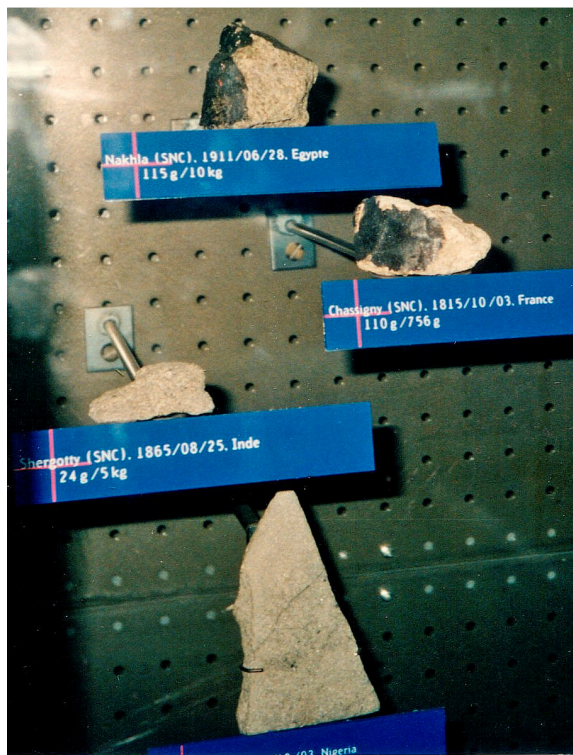
(doc. A. Souchier)

Compte tenu de leur nombre, il est devenu aisé maintenant de voir de près des fragments de ces météorites martiennes dans des musées ou dans des magasins spécialisés où l'on peut même les acheter et posséder ainsi un petit morceau de Mars chez soi (idée de cadeaux pour les passionnés).



Météorites martiennes de l'exposition « Météorites » de 1996 au muséum d'histoire naturelle, avec indication de la nature de la roche : Zagami à gauche (basalte très choqué), Chassigny au centre au fond (dunite non choquée), Shergotty au fond à droite (basalte très choqué) et Nakhla au premier plan à droite (pyroxénite à olivine non choquée).

(doc. A. Souchier)



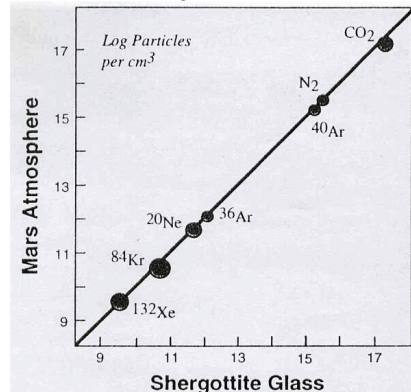
Autres météorites martiennes du muséum d'histoire naturelle présentées en 1996 lors de l'exposition « Météorites ». En haut fragment de 115 g de la météorite de 10 kg tombée à Nakhla en Egypte le 28 juin 1911 ; au milieu à droite un fragment de 110 g de la météorite de 756 g tombée à Chassigny en France le 3 octobre 1815 ; au milieu à gauche un fragment de 24 g de la météorite de 5 kg tombée à Shergotty aux Indes le 25 août 1865 ; en bas un fragment de 203 g de la météorite de 18 kg tombée à Zagami au Nigeria le 3 octobre 1962.

(doc. A. Souchier)

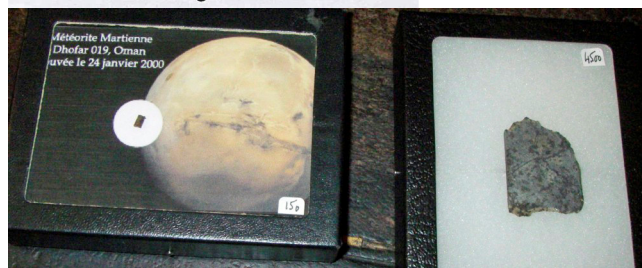
Les météorites martiennes présentent des compositions de 3 types différents : 78 % sont des Shergottites, 16 % sont des Nakhrites, 5 % sont des Chassignites, et une météorite, la fameuse ALH 84001, est d'une nature différente. Les noms de ces matériaux proviennent de ceux des villes près desquelles des météorites caractéristiques ont été trouvées. Le constituant des Shergottites est du basalte plus ou moins riche en olivine ; les Nakhrites contiennent surtout du pyroxène ; les Chassignites sont des dunites, variété de péridotite à plus de 90 % d'olivine. Les météorites martiennes sont désignées SNC d'après les initiales de ces trois termes.

Mais comment sait-on que l'on a affaire à des météorites en provenance de Mars ? D'abord les météorites classiques affichent un âge de 4,5 milliards d'années, l'âge du système solaire, et les SNC ont soit 1,3 milliard d'années (les Nakhrites et Chassignites), soit 170 millions d'années (les Shergottites), avec quelques cas isolés d'âge jusqu'à 500 millions d'années. Et il s'agit bien de l'âge de formation des roches, pas de celui de l'éjection de leur planète d'origine. Elles proviennent donc d'une planète qui avait une activité volcanique à ces époques. C'est seulement en 1979 que l'idée que ces météorites pourraient venir de Mars a ainsi commencé à germer. En 1983 l'analyse des gaz contenus dans une SNC de l'Antarctique, EETA 79001, a montré une composition en hélium, néon, argon, krypton, xénon et azote semblable à la composition de l'atmosphère martienne. En 1995 l'analyse de Zagami a

montré la même chose et en 1998 c'est au tour de Shergotty de dévoiler la même composition. Les SNC viennent bien de Mars ! Les SNC présentent également très peu de champ magnétique résiduel, comme leur planète d'origine. Elles contiennent des minéraux hydratés, preuve de l'existence d'eau sur leur monde d'origine.

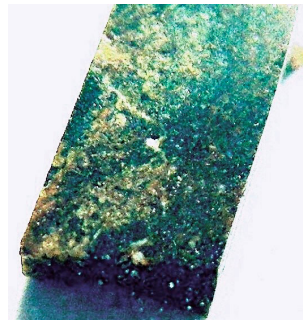


Teneur relative en gaz xénon, krypton, néon, argon, azote et gaz carbonique dans la veine vitreuse de la Shergottite EETA 79001 et dans l'atmosphère martienne : les proportions sont identiques. (doc. Pepin et Becker)



on peut acheter des météorites martiennes comme celles présentées ici dans le magasin d'Alain Carion dans l'île Saint-Louis

(doc. A. Souchier)

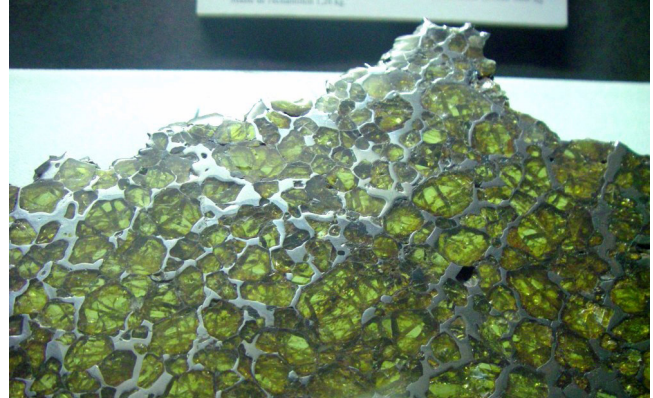


Vue rapprochée des deux fragments de météorites martiennes de la photo précédente. A gauche fragment d'environ 5 mm ; en dessous fragment de 4,54 g et d'environ 45 mm d'une météorite (DAG 670) trouvée à Dar Al Gani en Lybie.



Non seulement on sait dater l'âge des roches, mais on sait également dater, par l'effet des rayonnements cosmiques, le temps passé dans l'espace donc la date d'éjection de Mars. Cette éjection s'est produite il y a 11 millions d'années pour les Chassignites et Nakhlites, et 3 millions d'années pour les Sher-

gottites. Les Chassignites contiennent de l'olivine qui se forme à très grande profondeur. Les Nakhlites contiennent de grands cristaux qui indiquent un refroidissement lent opéré entre 100 et 1 000 m de profondeur. Ces deux types de roches se seraient retrouvés près de la surface dans un complexe volcanique, et les roches auraient été éjectées par un impact il y a 11 millions d'années.



Bel exemple d'olivine dans une météorite non martienne du musée d'histoire naturelle ; l'olivine transparente apparaît en vert... olive.

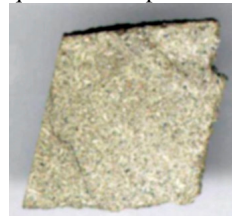
(doc. A. Souchier)

Dans une Nakhlite, la météorite Lafayette, on a même pu trouver assez de minéraux créés par l'action de l'eau pour dater le moment où celle-ci a agi : 670 millions d'années. De même que l'on trouve sur Terre des météorites d'origine martienne, on trouve aussi des météorites d'origine lunaire. Mais on observe une bizarrerie qui n'a pas encore reçu d'explication claire : le nombre de météorites lunaires est pratiquement égal au nombre de météorites martiennes. Or compte tenu de la proximité de la Lune on s'attendrait à en trouver beaucoup plus !



Avec 18 kg la météorite Zagami est la plus grosse météorite martienne trouvée sur Terre. C'est ce qui explique qu'elle soit, à 1 000 € au gramme, la moins chère sur le marché. (doc. d.r.)

Notons déjà que la surface lunaire est 4 fois plus petite que celle de Mars. Il doit donc y avoir 4 fois moins de roches lunaires en promenade dans le système solaire que de roches martiennes. Il faut également comprendre que la « descente » sur Terre d'un fragment de Lune n'est pas si simple. Il faut que la roche soit éjectée dans le sens opposé de la course de la Lune autour de la Terre et sorte du domaine d'attraction lunaire avec une vitesse d'environ 1 km/s pour se placer sur une trajectoire qui va intercepter la Terre.

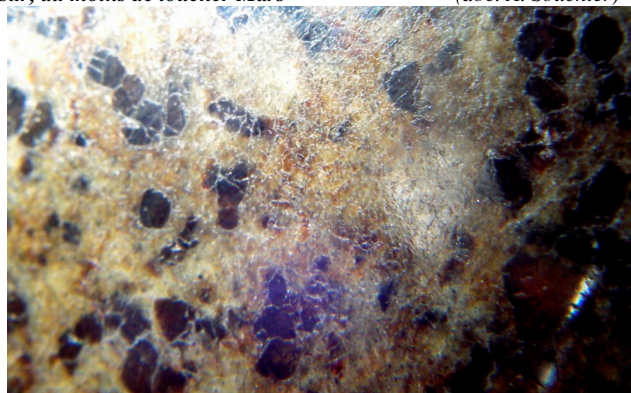


Tranche de la météorite Zagami. Zagami est une Shergottite. Sa chute a été observée de très près : elle est tombée à 3 m d'un fermier qui chassait des corbeaux de son champ ! (doc. d.r.)

De nombreux fragments éjectés de la Lune vont donc plutôt se trouver en orbite autour de la Terre sans jamais l'atteindre. Ils ont d'ailleurs une plus grande chance d'atteindre... à nouveau la Lune. Quant aux fragments éjectés à très grande vitesse, ils vont quitter la zone d'attraction terrestre et se retrouver en orbite autour du Soleil, comme les fragments de Mars. Le nombre de météorites martiennes identifiées augmente rapidement, une trentaine en 5 ans !



à l'aéroport d'Orlando en Floride il est possible, sinon de marcher sur, du moins de toucher Mars (doc. A. Souchier)



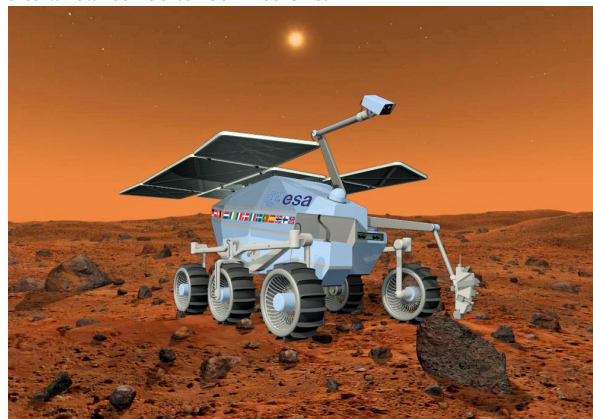
Détail de la surface polie de la météorite présentée à Orlando. Celle-ci est affichée comme ayant atteint la Terre il y a plus de 40 000 ans au terme d'un voyage d'un million d'années. Elle contient des bulles de gaz ayant la composition de l'atmosphère martienne. (doc. A. Souchier)

Mais combien de temps faudra-t-il attendre pour que des échantillons de très grande valeur soient détectés ? Le nombre actuel autorise déjà une statistique : toutes les pièces disponibles sont des roches volcaniques se rangeant dans les trois grandes catégories déjà évoquées, ALH 84001 étant particulière. Le bilan est donc de 2% de roches particulières et 0 % de roches sédimentaires. La question est d'ailleurs posée de savoir si les roches sédimentaires ne sont pas trop fragiles pour le mode brutal d'expédition Mars-Terre utilisé ! Ces fragments envoyés de manière aléatoire sur Terre illustrent bien la problématique du retour d'échantillons martiens : l'échantillon qui mérite une mission complexe et coûteuse de retour en robotique doit être un échantillon mûrement choisi.

Il y a quelques années, la mission commune NASA-CNES prévoyait un retour en deux phases : mise en orbite autour de Mars par un étage américain puis capture en orbite par une sonde européenne et enfin retour vers la Terre grâce à un étage embarqué sur cette sonde européenne. Pour simplifier la mission, donc la fiabiliser, il semble plus judicieux de viser ce retour d'échantillons en une seule opération, sans l'étape de rendez-vous autour de Mars.

Cela implique de déposer sur la planète au moins 4,5 tonnes d'une charge utile qui est principalement constituée de deux étages de fusée et de leurs ergols pour le retour. Une telle per-

formance est à la portée des évolutions possibles d'Ariane 5, et l'Europe pourrait ainsi avoir bientôt la capacité à réaliser de telles missions.



Des rovers collecteurs sont sûrement nécessaires pour qu'une mission de retour d'échantillons soit profitable. Le rover apporterait ses échantillons, sélectionnés pendant plusieurs mois d'exploration, au véhicule de retour vers la Terre. Cette illustration montre le rover Exomars de l'agence spatiale européenne. (doc. A. Souchier)

Il est intéressant de noter que le dépôt de 4,5 tonnes de charge utile sur Mars est aussi une opération cargo qui pourrait préparer et soutenir des activités humaines sur la planète. Le générateur nucléaire de 100 kW qui, dans le scénario Mars Direct et les scénarios « Design Reference Mission » de la NASA, doit alimenter l'unité de production d'ergols in situ (méthane et oxygène) pour assurer le retour de l'équipage, peut entrer dans cette charge utile de 4,5 tonnes. Un rover pressurisé aussi. Et la masse des consommables pour le séjour de 500 jours des astronautes sur Mars est évaluée à 7 tonnes dont 60 % pourraient être assurés par une telle mission cargo automatique. Un système capable de déposer sur Mars la charge utile correspondant à une mission de retour d'échantillons pourrait ainsi avoir une très longue durée de vie opérationnelle en accompagnant ultérieurement les explorations humaines.

Alain Souchier

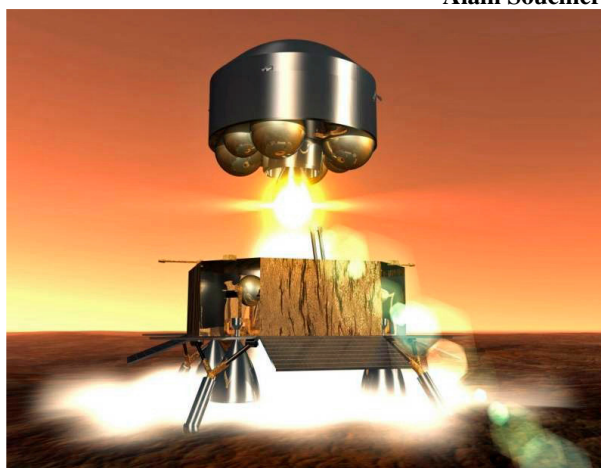


Illustration ESA d'une mission de retour d'échantillons. Pour un retour direct vers la Terre, il faut un système à deux étages qui va donner une vitesse d'environ 6 km/s. La masse à déposer sur Mars pour une telle opération est d'environ 4,5 tonnes. Et cette capacité serait très utile sur le long terme.