



PLANÈTE MARS



Numéro 36 *Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris* www.planete-mars.com

juillet 08

ISSN 1772-0370

PRÉSIDENTE FRANÇAISE DE L'UE

Depuis le 1^{er} juillet, la France assure la présidence de l'Union Européenne, alors que va se tenir en novembre le prochain Conseil ministériel de l'Agence Spatiale Européenne. Cette importante réunion devra, si nous entendons rester dans la course relancée par la nouvelle donne de l'exploration, être l'occasion d'afficher clairement notre volonté d'en être partie prenante et de développer notre influence internationale.

On attend de la France qu'elle se montre digne d'une tradition de leader qui, dans le passé, a contribué de façon si essentielle aux succès de l'Europe aéronautique et spatiale.

Les augures sont plutôt favorables. Le président Nicolas Sarkozy, par son discours de janvier à Kourou, a annoncé sa volonté d'ouvrir le dossier spatial européen et clairement situé l'exploration de Mars comme enjeu de société et enjeu politique. Discours relayé par la ministre Valérie Pécresse lors de la récente Journée parlementaire de l'espace (cf. page 5), au cours de laquelle les représentants de l'ESA se sont également prononcés en faveur de l'exploration et ont reconnu à Mars son statut d'objectif central. Enfin, la NASA, soucieuse de consolider son programme, appelle pour sa part vigoureusement à la coopération.

Mais, alors même que beaucoup d'autres préoccupations figurent à l'agenda, les handicaps de l'Europe sont nombreux : absence d'entité politique forte, déficit de conscience des enjeux, niveau de ressources non compétitif, rationalisation des programmes et des moyens incomplète... Souhaitons que le volontarisme de la France permette de surmonter ces obstacles.

La route tracée pour le moyen terme est claire : rover ExoMars, programme NEXT de préparation au retour d'échantillons et développements technologiques en vue de l'exploration habitée, ciblés sur des niches d'excellence pérennes, c'est-à-dire applicables aux futures expéditions martiennes.

Reste la question de l'accès autonome à l'espace, une capacité assurément géostratégique. Mais attention, accès à quoi ? Si c'est pour atteindre en 2018 une ISS sur le point de fermer ou ne pouvoir faire mieux que tourner autour de la Lune, l'investissement n'a pas de justification ; ce projet ne prend son sens que si, tout en préservant un avenir autonome pour les activités européennes, il s'intègre étroitement au programme international, en offrant une pleine redondance au système Orion-Ares 1.

Richard Heidmann
président de « Planète Mars »

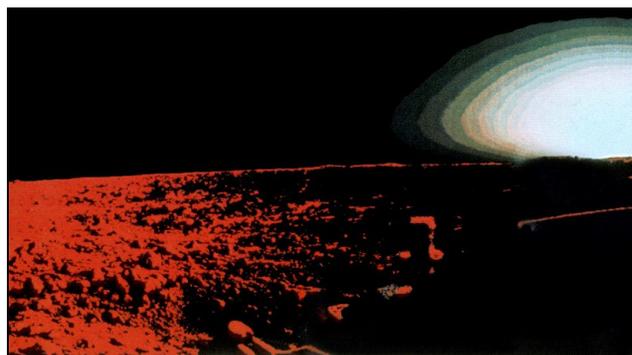
Dans ce numéro :

- L'art contemporain p.1
- La sonde Phoenix est sur Mars ! p.4
- La vie de l'association p.5
- La terraformation revisitée p.6

prochain numéro : octobre 2008...

L'ART CONTEMPORAIN EST-IL EN TRAIN DE CONQUÉRIR MARS ?

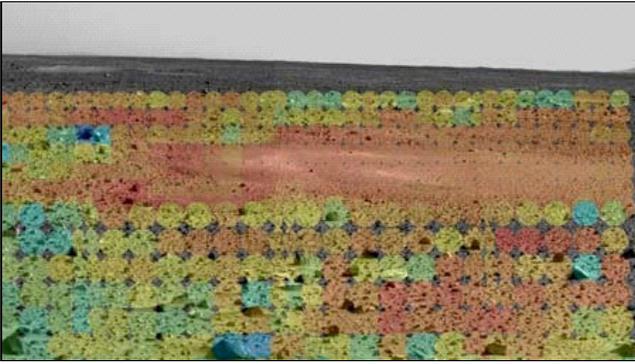
On n'imagine ni l'astronomie ni la conquête de Mars sans images. En 50 ans d'exploration, les images spatiales se sont imposées dans la culture, accroissant nos connaissances et changeant notre regard sur notre place dans l'univers. Certains partagent probablement une double fascination pour l'exploration de Mars : l'une due à la meilleure compréhension de la planète et l'autre au continu émerveillement des découvertes. Pour ceux-là l'imagerie actuelle relève autant de la technologie et de la science que de l'art, car un grand nombre d'images réalisées par les sondes ont une 'valeur ajoutée' inattendue et indépendante de la science : leur incontestable beauté. Certaines d'entre elles appartiennent désormais à l'Art le plus contemporain, en échappant d'ailleurs à son marché. L'imagerie spatiale, du 'Renaissance' au 'Contemporain'.



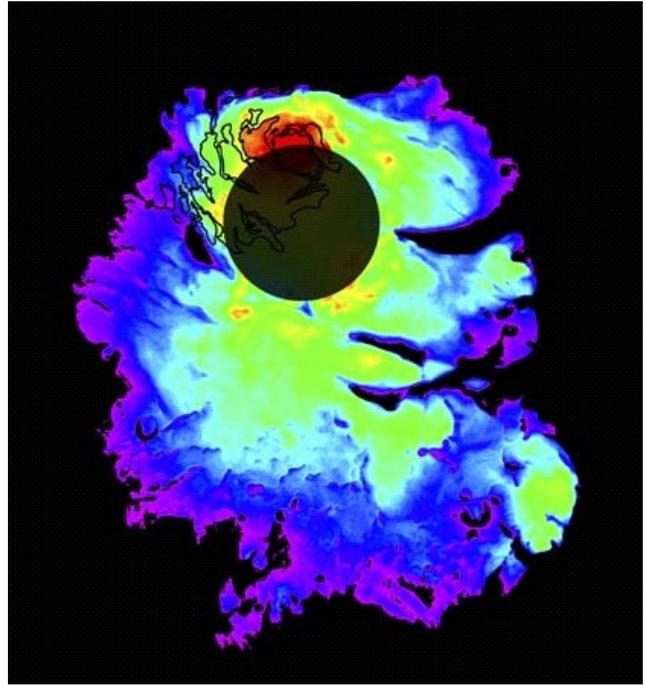
les couleurs très saturées, la composition originale et le graphisme optique font de ce 'Coucher de soleil sur Chryse Planitia' la première œuvre de Pop Art spatial (doc. NASA/JPL)

On doit au florentin Brunelleschi (1377-1446) le principe artistique du tableau conçu comme 'fenêtre ouverte sur le monde'. En définissant le principal cadre esthétique de la Renaissance, il oriente en même temps sa philosophie. Ce qui se voit par cette ouverture est une partie du monde ; elle est reconnaissable comme telle et doit donc, d'évidence, être aussi bien représentée que possible. Le tableau aura donc sa forme rectangulaire typique, aux dérogations près. De plus, l'image devra refléter la 'divine proportion', et sera organisée en conséquence de façon à focaliser le regard sur un élément pictural particulier, disposé là grâce à la 'section dorée'. Ce mode imagier très efficace s'imposera partout comme l'un des premiers signes des Temps Modernes. Dans cette fenêtre, la Perspective aura le rôle fondamental d'organiser non seulement l'espace visible mais aussi la destinée humaine, celle que l'Humanisme permettra... en faisant illusion¹ du point de vue optique. Progrès néanmoins considérables à l'époque !

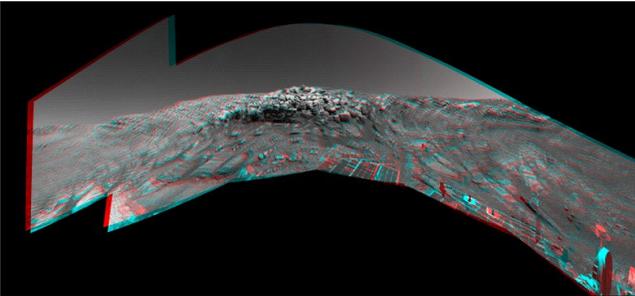
¹ (1) Illusion en effet puisque ce point de vue suppose de n'utiliser qu'un œil unique, immobile et plan ! juillet 08



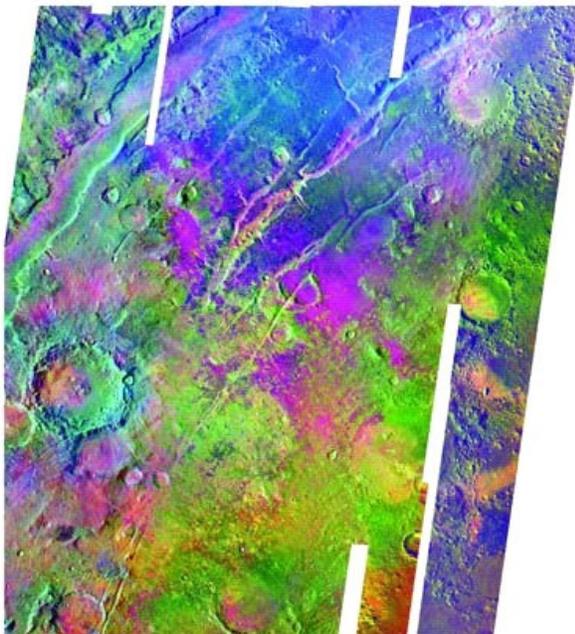
Le site d'atterrissage de Spirit saisi par le MiniTES. L'austère désert martien rendu joyeux par une fantaisie visuelle ; les blocs erratiques ordonnés par les spots colorés, le mental présent sur cette terre exotique où 'la main de l'homme a mis le pied', comme dirait un des deux Dupondt sur la Lune. (doc. JPL/ASU)



Magnifique "concept-image" numérique agissant comme un mandala excentré. L'imagerie radar MARSIS de Mars Express permet, prosaïquement, d'évaluer à plus de 3,5 km l'épaisseur de la calotte glaciaire sud. (doc. ESA)

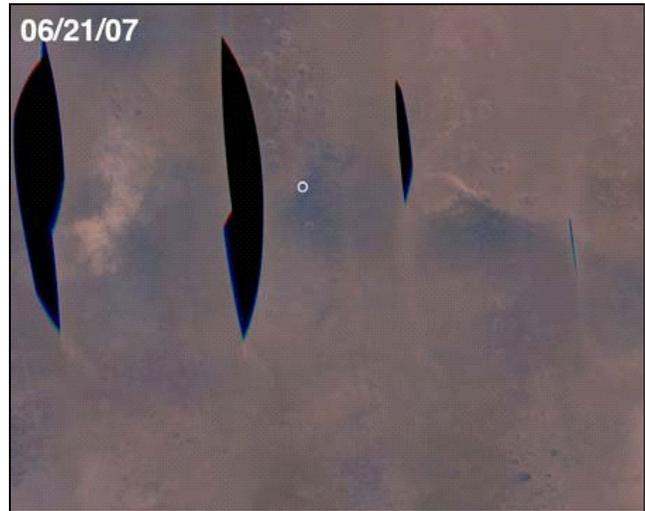


Dérision absolue de la 'fenêtre Renaissance', cet anaglyphe d'Opportunity (cratère Endurance, sol 97) joue des non-coïncidences rouge-vert comme d'une manifestation de liberté dans l'interprétation de ce qui est vu. Le 'ça a été' de la chambre claire chez Roland Barthes est également mis en question. (doc. NASA/JPL)



Une composition étincelante et libre où le regard est dispersé çà et là par des échos de chaque teinte, aux nuances électriques. Il est en même temps retenu chaque fois par une diversité de formes. Carte minéralogique du cratère Hamilton.

(doc. OMEGA-Mars Express, ESA/DLR/FU Berlin)



"Concept spatial, hommage à Lucio Fontana". Eh oui, même Fontana — qui s'éteignit un an avant qu'Armstrong ne marche sur la Lune — trouve ici son écho ! Le peintre italo-argentin se rendit célèbre avec ses monochromes percés ou fendus. Son Manifeste spatialiste — intégration des « quatre dimensions de l'existence » (mouvement, couleur, son, espace) — promettait d'abolir la frontière entre l'Art et la Nature... dans une œuvre à la fois idéaliste et matérialiste. Quel plus bel hommage lui rendre que cette photo mosaïque de la grande tempête de poussières (planétaire) de l'été 2007 ! (Le petit cercle blanc près de la fente centrale donne la position d'Opportunity). (doc. NASA/JPL/ASU)

Cependant, des choses inattendues arrivèrent : les instruments de Galilée et Newton d'abord, qui élargirent l'horizon accessible, puis la Photographie qui l'approfondit en figeant l'éphémère et en conservant trace de n'importe quelle lumière, aussi faible soit-elle. Cette invention (Niepce, 1826) sera très vite reliée à l'Astronomie. Arago la présente à l'Académie des sciences (été 1839, en compagnie de Daguerre) et en fait acheter le brevet par l'État. Puis tout s'accélère : en 1845, Fizeau prend la première photo du Soleil ; en 1859, année du premier atlas photographique lunaire, on enregistre les raies spectrales des principaux astres. En 1908 Jules Janssen, fondateur de l'observatoire de Meudon, dira que 'la photographie est devenue la vraie rétine du savant' !

Si la technologie spatiale avait été disponible à cette époque, les images du cosmos auraient toujours eu la même 'facture' dévolue au rôle classique de 'fenêtres ouvertes sur le monde'. Et jusqu'au début du XX^e siècle, malgré les tentatives impressionnistes ou cézanniennes, le monde de l'image sera subjugué par la Renaissance, dont les vieilles recettes de 'ressemblance' ne seront jetées aux orties que par Marcel Duchamp et ses amis, l'œuvre ne valant que par elle-même. Dès lors elle perd toute prétention à 'représenter' le monde, la tâche étant déléguée à la science. Il est donc difficile, voire paradoxal, d'être plastiquement moderne dès lors qu'on cherche à s'approprier la réalité 'objective', quelle que soit d'ailleurs son origine.

L'absence de modernité visuelle est criante jusqu'à la mission MGS. La consultation des sites NASA² est édifiante : pour la plupart, les images y sont absolument traditionnelles, c'est-à-dire bien centrées et remplissant leur cadre, sagement figuratives et réalistes avec un graphisme 'léché' et précis, et des couleurs ou lumières corrigées. Elles ne doivent leur modernité qu'à une actualité éphémère, ce qui ne préjuge évidemment pas de leur beauté.

Mais deux images Viking, exceptionnelles, font se dégager une première rupture de consensus. Première image, étrange pour 1976 et entrant mieux dans un créneau médiéval qu'en une fenêtre, avec une photo dans l'image, un orange paysage désertique. L'originalité c'est que la photo est livrée telle quelle avec son paramétrage technique. Beau symbolique logique : on met la plaine d'Utopie en abyme ! Voilà donc le réalisme porté un cran au-dessus, qui s'épanouira trente ans plus tard avec les clichés radar de Mars Express et surtout de Cassini au-dessus de Titan.

Autre photo, plus connue : le premier *coucher de soleil sur Chryse Planitia* du lander Viking-1. Quasi raté (trop longue exposition des 12 diodes inaptes à traduire les nuances subtiles d'un soleil couchant), le cliché 'relève plus de l'art moderne que de la science,' selon le JPL³.

On a donc trois premières réponses aux questions suivantes : qu'est-ce qui distingue une image spatiale 'contemporaine' d'une autre, simplement 'moderne' ? Peut-on trier les images martiennes 'modernes des 'contemporaines' ?

- 1 L'image n'entre plus dans une fenêtre simple ('À bas Brunelleschi !')
- 2 La fenêtre doit rendre visible ce qui ne l'est pas... ('Vive Paul Klee !')
- 3 L'image n'est pas celle qu'on croit ('Ceci n'est pas une pipe' a dit Magritte !).

Telles sont les clauses de modernité : montrer l'invisible, révéler ce qui existe sous n'importe quel rayonnement, se jouer des apparences réalistes grâce au look coloré (Pop Art). Il faut

aussi garder la tête froide, avec Korzybski et sa Sémantique Générale.

L'imagerie martienne relève maintenant de l'Art Contemporain

L'image martienne n'a de raison d'être qu'en véhiculant de précieuses informations, maintenant donc son rôle de 'fenêtre', ouvrant désormais sur le spectre électromagnétique entier, en lumière naturelle ou cohérente, voire par effet Mossbauer, Cerenkov ou Compton. Tout compte fait, ce n'est pas prosaïque, car on voit ce que nul œil n'a vu auparavant. Et c'est magnifique ! Et ça nous met de plein pied dans l'Art Contemporain.

La seconde rupture vint de MGS avec les fausses couleurs de la carte altimétrique laser MOLA, que l'imageur THEMIS (Odyssey) amplifia : Andy Warhol s'invitait à la NASA ! Mais c'est un cliché 'miniTES' de Spirit qui fit tout basculer. Car on n'avait jamais vu un désert (en noir et blanc) chargé de tels 'trous' colorés, répartis selon une logique curieuse, dans le style si particulier des 'points réguliers' de Toroni ou des rayures de Buren : esthétiquement parlant, ce paysage conceptualisé relevait du 'land art'... interplanétaire !

Au même moment, le site *Mars Rovers Home* expliquait la bien curieuse nomenclature des sites explorés (Adirondak, Humphrey, Bounce...) avec leur dispositif de pilotage. À ma surprise, l'image issue du simulateur avait l'aspect d'une œuvre d'Hervé Télémaque : larges à-plats colorés curieusement découpés, espaces vides, dessin figuratif de petite taille et décentré, présence de signes, tons criards, sensation de bazar hétéroclite avec un dessin esquissé et des tracés aléatoires... Tout était là, sauf la signature de l'artiste.

C'est ainsi que Spirit et Opportunity divorcent d'avec la Renaissance. Ce qu'ils 'voient' n'est plus une projection objective du Réel sur un plan-image (ou tableau), mais l'interprétation bigarrée et stéréoscopique d'un panorama fascinant, que leurs 'yeux' mobiles (au lieu d'un seul fixe selon Brunelleschi) restituent dans une mosaïque qu'on jugera 'destroy', fantaisiste ou créative, selon son goût, l'image n'ayant même plus la forme d'une photo ou d'une peinture...

Rendons-nous à l'évidence : le must en imagerie spatiale est le fait de penseurs visuels très pragmatiques, pour qui 'tout est bon' en la matière. Ils sont audacieux car ils visent l'efficacité visuelle maximum. Du moment que 'ça marche', on s'autorise à intégrer différentes esthétiques, qu'elles soient d'avant-garde ou 'premières', et occidentales ou non. C'est ainsi qu'à la fin du XIX^{ème} siècle les pères du 'Modern style', à l'esprit particulièrement flexible, condensèrent en un seul des éléments de mobiliers différents ; un peu après, Picasso, Kandinsky et Duchamp (pour ne citer qu'eux) révolutionnèrent la manière de voir le monde. Dans le cas présent, c'est d'une libération de la pensée visuelle qu'il s'agit, qui relève, d'après Roger Sperry (Nobel de Médecine-Physiologie 1984), de compétences cognitives de l'hémisphère cérébral droit (global, analogique et esthétique).

Cette approche de l'imagerie spatiale révèle une composante fondamentale de la nature humaine dans son aventure cosmique, d'ordre non rationnel. Un signe parmi d'autres mais très positif, celui d'un équilibre et d'une harmonie collective, nécessaires à la conquête de Mars... ce dont le 'vaisseau Terre' a grand besoin aussi pour son avenir.

Jean-Paul Sibille

professeur d'art appliqué, formateur transdisciplinaire

(2) www.nasa.gov/externalflash/mars_as_art/ et <http://themis.asu.edu/>

(3) NASA SP 425 *The Martian Landscape* [134 : *Coloring Mars*], 1978, updated 2004. Disponible sur <http://history.nasa.gov/SP-425/ch39.htm> et sur le très récent site www.jpl.nasa.gov/gallery

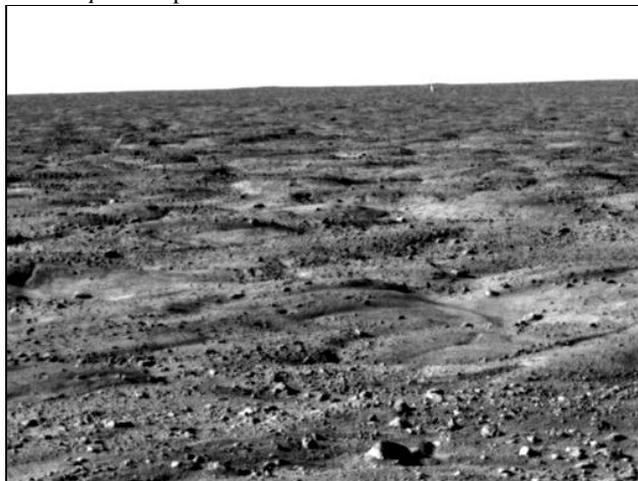
LA SONDE PHOENIX EST SUR MARS !

Voilà 7 ans que l'engin devait se poser sur Mars... Mais suite à la perte des deux sondes du programme *Mars Surveyor 98* (*Mars Climate Orbiter* et *Mars Polar Lander*) à la fin de 1999, la NASA annulait la partie sol de son programme suivant : *Mars Surveyor 2001*, composé lui de *Mars Odyssey* en orbite et de *Surveyor 01* au sol. Cette dernière plateforme remisee au placard renaîtra de ses cendres sous la forme de *Phoenix Mars Lander*, arrivée avec fracas et rétrofusées le 26 mai dernier à 1h53 heure de Paris, dans la « Vallée Verte » de *Scandia Colles*, une sous-région des hautes latitudes Nord de Mars située dans *Vastitas Borealis*...



(doc. NASA/JPL)

Le paysage révélé par les caméras de Phoenix tranche radicalement avec les cinq autres précédemment observés par Viking Lander 1 et Lander 2, Pathfinder, Spirit et Opportunity. Pour la première fois enfin, une sonde spatiale peut toucher de la glace d'eau directement ! Car en effet, toute cette région périglaciaire est mosaïquée d'un réseau de polygones au sol : du pergélisol qui trahit la présence en sub-surface d'une grande quantité de glace d'eau, comme l'avaient du reste prévu *Mars Odyssey* et *Mars Express* depuis l'orbite !

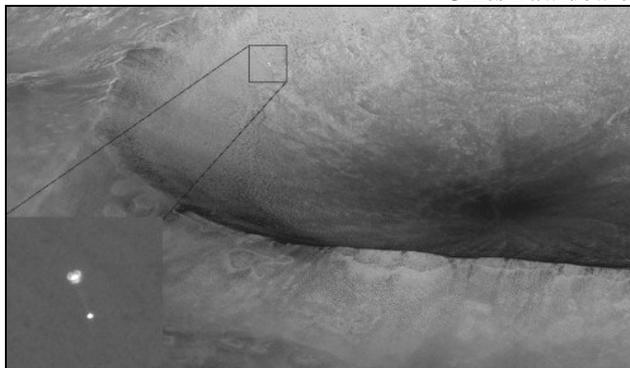


(doc. NASA/JPL /University of Arizona/Texas A&M University)

Ces terrains mêlés de poussières, terres rouges et autres glaces carbonique et hydrique, sont maintenant en cours d'analyse par les instruments de Phoenix, qui ne pourra opérer qu'une centaine de sols, avant que l'automne puis l'hiver n'arrivent... Déjà l'instrument TEGA a décelé des composants de sels comme le magnésium, le potassium, le sodium, des chlorures.

Par ailleurs, les analyses des instruments météorologiques, réalisés par les Canadiens, nous enseignent qu'en ce moment la sonde fait face durant la nuit à des températures allant de -70° à -83°C et durant le jour de -24° à -35°C . De même, les vents soufflent entre 9 et 21 km/h avec un ciel plus ou moins clair selon les jours... Bref, même si Phoenix a quelques problèmes techniques en passe d'être réglés, la mission est déjà un franc et total succès ! ⁽¹⁾

Gilles Dawidowicz



L'orbiteur MRO a réussi à saisir Phoenix pendant sa descente !

(doc. NASA/JPL)

L'ATTERRISSAGE EN DIRECT

Encore un grand événement à la Cité des sciences et de l'industrie, dont Planète Mars était partenaire et où nous avons pu vivre le 26 mai dernier l'atterrissage en direct de Phoenix.

La soirée fut allègrement animée par Gilles Dawidowicz (APM, SAF, Observatoire de Triel), Olivier de Goursac (APM et SAF) et Francis Rocard (CNES). De nombreux témoignages en duplex téléphoniques et vidéo attendaient les spectateurs venus nombreux (plus de 650 personnes), avec notamment Nathalie Cabrol (planétologue, NASA Ames) à San Francisco, Bernard Thouanel (journaliste aéronautique) envoyé spécial au JPL, Michel Denis (Mars Express Spacecraft Operations Manager, ESA) à Darmstadt et Michel Viso (Responsable des programmes d'exobiologie, CNES) présent au CalTech. Des invités plateau, dont Jean-Pierre Martin (PlanetAstronomy.com) et François Forget (climatologue, CNRS), ont pu présenter l'historique des missions automatiques précédentes et la climatologie de la Planète rouge...

Et puis tard dans la nuit, on est interrompu par le JPL : la sonde est en train de se poser et on vit cela en direct. Écrans multiples pour suivre les différentes étapes de l'atterrissage, vidéo de synthèse très réaliste et temps réel et puis... c'est le délire ! Le public était resté en très grande partie comme on le voit sur la photo ci-dessous ; il est près de 1h53 du matin. Puis après s'être calmé, on reprend le cours de la soirée et on détaille les expériences scientifiques que la sonde réalisera pendant les 3 prochains mois... Il est 3h30 du matin, nous devons alors quitter la Cité des sciences et de l'industrie ; ce fut encore un événement exceptionnel, merci à tous d'avoir rendu cela possible. Quelle chance en arrivant chez moi vers 4h30 : je vois les premières images renvoyées par Phoenix, tout a bien fonctionné, c'est le paysage que l'on attendait ! **Jean-Pierre Martin** ⁽²⁾



(1) Nota : cet article ayant été rédigé fin juin, les aventures plus récentes n'ont pu y être relatées ! Visitez notre site...

(2) Jean-Pierre Martin, membre d'APM, est le webmaster de PlanetAstronomy.com, un site à connaître !

LA VIE DE L'ASSOCIATION

ASSOCIATION PLANÈTE MARS

Suite au succès de l'atterrissage de Phoenix et à celui de la soirée à la Cité des sciences et de l'industrie (voir page précédente), les journaux télévisés de France 2 et France 3 ont passé des images de la manifestation, avec interview de **Gilles Dawidowicz**.

Le 24 mai, dans son émission « Label Normandie », FR3 a passé une interview d'**Alain Souchier**. Les questions posées concernaient les objectifs de l'association, l'intérêt de l'exploration martienne et les simulations réalisées dans l'Utah.



Du 28 au 30 mai s'est tenu à Arcachon le premier symposium sur l'accès humain privé à l'espace organisé par l'Académie Internationale d'Astronautique. **Alain Souchier** y a présenté, pour Planète Mars, « Infrastructures privées pour missions de simulation d'exploration spatiale », sur l'utilisation des installations F-MARS au Canada et MDRS dans l'Utah. Une question à la fin de l'exposé : « pensez-vous un jour accueillir des touristes payants dans vos installations ? ».

Le samedi 7 juin, suite à une suggestion formulée lors de la dernière assemblée générale, l'association avait organisé une présentation débat sur le thème « Quelle propulsion pour le voyage vers Mars : conventionnelle (cryotechnique) ou avancée (nucléaire, électrique) ? ». Sont successivement intervenus **Richard Heidmann, Alain Souchier, Jean Delaplace, Jordan Vannitsen et Alexandre Compagnon**, et à nouveau Richard Heidmann avec les planches sur la propulsion électrique d'**Elisa Cliquet**, qui n'avait pu être présente. Planète Mars ne prétendait pas conclure sur ce débat en cours parmi les spécialistes et dans les agences, mais seulement apporter des éléments objectifs de réflexion : le voyage est possible en propulsion chimique ; mais des modes de propulsion avancés (nucléothermique ou électrique) pourront apporter une augmentation des charges envoyées vers Mars, un raccourcissement du voyage, l'élargissement des fenêtres de lancement et l'ouverture d'options de secours. Merci à l'IPSA d'avoir à nouveau mis à disposition son amphi.



la conférence-débat organisée par Planète Mars sur le thème « quelle propulsion pour le voyage vers Mars ? » (doc. A. Souchier)

Le 5 juin, le **Groupe Parlementaire Espace** et son président, le député Pierre Lasbordes, avaient organisé une série de tables rondes sur l'espace et en particulier sur l'exploration, en préparation de la présidence française de l'Union Européenne. Planète Mars y était conviée. En introduction, la ministre Valérie Pécresse a rappelé que « le rêve de l'espace n'est pas un luxe », que, certes, l'observation de la Terre est un objectif majeur, mais que la planète Mars est la grande aventure internationale à venir. On notait dans l'assistance la présence des astronautes **Claudie Haigneré et Jean-François Clervoy**.



Michael Griffin, venu s'adresser aux parlementaires, donne son discours dans le décor des ors de la République (doc. A. Souchier)

Lors du déjeuner dans le splendide décor de l'hôtel de Lassay, l'administrateur de la NASA, Michael Griffin, a révélé que lors des réflexions qui ont précédé l'annonce du programme d'exploration US, il avait été envisagé de viser directement Mars. La NASA y avait renoncé en considérant que le pas technologique était trop important et que le budget ne pourrait être augmenté suffisamment pour poursuivre rapidement cet objectif. Mike Griffin voit le retour à la Lune comme des « essais au champ » avant Mars, tout comme Gemini, avec ses sorties dans l'espace et rendez-vous, avait permis dans les années 60 de préparer Apollo. Il a lancé un vigoureux appel à la coopération, considérant que si les Américains retournaient seuls sur la Lune, ce serait un échec.

Dans l'après-midi, Jean-François Clervoy a rappelé qu'avec Ariane 5, Colombus, l'ATV et l'ARD (démonstrateur de rentrée atmosphérique, il y a 10 ans), l'Europe possédait les briques élémentaires pour conduire un grand programme. Daniel Sacotte (ESA) a souligné les apports de l'exploration pour les sciences de la vie, pour le contrôle de l'environnement, pour la coopération internationale. Il a ajouté : « Explorer c'est aller plus loin ; on est allé sur la Lune, on doit aller sur Mars ». La journée s'est terminée sur une intervention enregistrée du premier ministre, François Fillon.

Le 2 juillet, **Richard Heidmann** a été invité par l'IFRI à participer à une **table ronde à Bruxelles** sur le thème de la prise en compte du spatial par l'Europe, avec un exposé au sujet du positionnement souhaitable face aux enjeux de l'exploration spatiale ; cela dans la perspective de la présidence française de l'UE. Cette invitation fait suite à la diffusion de notre livre blanc : « l'Europe face au défi de l'exploration spatiale » (téléchargeable sur notre site) et à notre contribution à un groupe de travail organisé par l'IFRI en 2005 sur ce sujet.

A noter notre participation à d'autres manifestations : concours lycéen européen de rovers au lycée de Nogent sur Marne, journées « Solar Event » d'Annecy, du 27 au 29 juin (stand tenu par **Christophe Vaglio**).

Planète Mars aide les étudiants :

Nicolas Sarda, de l'INSA Rouen, est soutenu pour son stage d'été au MIT, consacré au projet Mars Gravity Biosatellite (ex-Translife) ; il s'agit d'un satellite d'étude de l'influence de la gravité martienne sur des souris, dont l'idée a été proposée par la Mars Society il y a déjà quelques années.



Yohan Huguet et **Stanislav Rudico** sont également soutenus pour un stage d'été à l'IPSA consacré à l'élaboration d'un rapport d'avant-projet du rover pressurisé PROM-S, sur la base des études effectuées cette année. Ils seront encadrés par le directeur des études, **Yves Blin**.



(doc. MarsFoundation/Paul Smith)

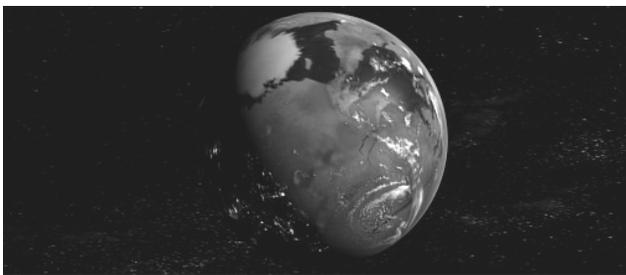
MARS SOCIETY

Suite à l'appel à idées lancé auprès des membres, trente propositions pour le futur grand projet de la Mars Society ont été reçues, dans des domaines allant de prolongements des simulations actuelles jusqu'à des expériences en vol, en passant par des opérations de communication avec le public. Un jury restreint (dont Richard Heidmann fait partie) en a présélectionné une dizaine ; le choix final, auquel les membres procéderont par leur vote, sera fait à l'occasion du prochain congrès annuel de l'association, qui se tient cette année du 14 au 17 août, à Boulder (Colorado).

Deux de nos membres, **Jordan Vannitsen** (membre du Conseil d'Administration) et **Alexandre Compagnon**, étudiants IPSA, représenteront à ce congrès l'association, qui sponsorise leur voyage. Ils y présenteront leur étude sur la comparaison des performances des modes de propulsion cryotechnique et nucléothermique (*rapport disponible en pages des membres*).

Alain Souchier, Richard Heidmann

LA TERRAFORMATION REVISITÉE



Dans le cadre de notre projet de fin d'études à l'IPSA*, nous nous sommes intéressés à un sujet un peu particulier qui ne laisse que peu de monde dans l'indifférence : la terraformation de Mars. Ce terme de terraformation (ou terraformage), introduit pour la première fois par Jack Williamson en 1951 dans son roman *Seeteer Ship*, se définit comme l'ensemble des opérations à mettre en œuvre pour rendre une planète habitable par l'espèce humaine. Dès lors, le sujet a sans cesse été repris, autant par les auteurs de science-fiction que par les scientifiques. En effet, ce thème a eu pour effet d'éveiller la curiosité de chacun. On peut ainsi lire *The Sands of Mars* d'Arthur C. Clarke (1952), ou encore la trilogie de Kim Stanley Robinson (*Mars la Rouge, Mars la Verte, Mars la Bleue*, 1993-1996) qui est considérée comme l'œuvre référence sur la terraformation martienne, et bien d'autres œuvres encore.

Nombreuses sont les personnes qui ne voient que pure utopie derrière ce projet. Et tout aussi nombreuses sont celles qui le prennent très au sérieux. Ainsi, depuis bien des années maintenant, d'illustres scientifiques tels Carl Sagan, Christopher McKay (scientifique du Ames Research Center de la NASA) ou encore Robert Zubrin (ingénieur et président de la Mars Society) ont travaillé sur l'élaboration de scénarios pour terraformer la Planète rouge. Ces travaux ont permis de développer ce que l'on pourrait appeler des « scénarios types » de terraformation. Néanmoins, même si un grand nombre d'aspects de ce sujet ont été travaillés très en détail, il est important de constater que certains thèmes n'ont, pour ainsi dire, pas été étudiés. C'est notamment le cas pour la faisabilité du projet d'un point de vue économique et sociologique.

En effet, si on se place d'un point de vue purement scientifique, la terraformation a été traitée avec sérieux. Mais peu de gens ont tenté de faire une estimation de son coût. De même, il est intéressant de se poser des questions sur l'aspect social du problème : quel type de société devrait exister pour que la terraformation puisse être entreprise ? Ce sont ces sujets en particulier que nous avons considérés.

Bien évidemment, avant de se lancer dans une telle étude, il est avant tout nécessaire de poser des hypothèses crédibles et solides sur le scénario à choisir, ainsi que sur les aspects techniques de la terraformation. Dans un premier temps, il est important de noter que la terraformation est un projet extrêmement vaste qui ne pourra voir le jour avant 200 ou 300 ans, et devrait s'étaler sur plusieurs siècles (pour ne pas dire millénaires). Aussi, et afin de ne pas trop nous perdre dans ces étendues temporelles aux profondeurs abyssales, avons-nous préféré nous limiter à la première phase de la terraformation martienne : le réchauffement climatique de la Planète rouge (en rappelant que la température moyenne y est de -53°C).

Là, nous avons dû opter pour le scénario qui nous semblait le plus réalisable. Effectivement, les techniques proposées pour réchauffer l'atmosphère de Mars sont nombreuses. Il y a notamment l'utilisation d'un miroir spatial qui focaliserait et réfléchirait la lumière du Soleil. Également des méthodes un peu plus agressives, comme la déviation d'une comète vers la Planète rouge, ou encore un bombardement nucléaire. Mais le scénario qui nous semblait le plus crédible restait tout de même l'implantation d'usines productrices de « super gaz à effet de serre ». Tout d'abord pour sa simplicité technique (ce n'est jamais qu'une extrapolation de ce que l'on connaît sur Terre) et aussi pour son (probable) coût de réalisation relativement faible.

Dès lors, il nous fallait choisir ce super gaz. En nous basant sur diverses études de Margarita Marinova (élève en thèse au California Institute of Technology) et de Robert Zubrin et Christopher McKay, nous nous sommes focalisés sur l'octafluoropropane (C_3F_8) qui est très efficace tout en restant moins néfaste que d'autres gaz. D'après les travaux de ces auteurs, il semblerait que le rejet de 400 000 t/an (voire moins) de ce gaz dans l'atmosphère martienne pendant 20 ans suffirait pour la réchauffer de 4 à 5 °C. Cette augmentation devrait suffire pour déclencher un processus de libération du CO_2 piégé en surface, et amorcer un effet boule de neige qui, à terme (entre 50 et 100 ans), permettrait un réchauffement global d'environ 60 °C. Le C_3F_8 est produit par électrolyse, ce qui signifie que l'on aura besoin d'usines spécialisées dans la synthèse de ce gaz. De plus, il est composé de carbone et de fluor. Le carbone devrait être facilement obtenu à partir du CO_2 atmosphérique, par contre, le fluor devra être prélevé dans le sol martien grâce à des mines.



source de fluor sur Terre, la fluorite (CaF_2) : certains gisements en contiennent 50 % ; de telles ressources existent-elles sur Mars ?

Par ailleurs, nous avons été contraints d'émettre des hypothèses sur l'avant terraformation. Plus précisément, nous avons admis qu'entre l'arrivée de l'Homme sur Mars et le début de la terraformation, une communauté dite « martienne » s'y serait développée. De notre avis, c'est une condition sine qua non pour mener à bien une telle entreprise. En effet, cette dernière nécessite de toute façon une présence humaine à très long terme sur Mars. De même, on ne peut espérer entreprendre ce projet si on doit importer depuis la Terre toutes les usines nécessaires à la terraformation : usines productrices de C_3F_8 , infrastructures minières, centrales électriques, etc. Cela reviendrait extrêmement cher et serait irréalisable. Il faudrait donc que ces usines soient bâties sur Mars par les habitants de cette planète, à partir des matériaux présents sur place. Mais pour ce faire, c'est

d'une communauté auto dépendante dont on a besoin.

Sur ces bases, il nous a été possible de chiffrer le coût de ce projet. Cependant, il va de soi que bien d'autres hypothèses ont dû être faites. Notamment sur le prix de certaines usines, leur efficacité, la main-d'œuvre nécessaire, etc. La plupart du temps, nous n'avons eu d'autres choix que de faire des extrapolations de ce que nous connaissons aujourd'hui sur Terre. D'imaginer, en restant le plus objectif possible, ce à quoi cela ressemblerait dans trois siècles. Ainsi, à titre d'exemple, nous avons admis que le coût du kg à envoyer en orbite terrestre serait divisé par 10.



vue d'artiste d'une usine de production de C_3F_8 (D.R.)

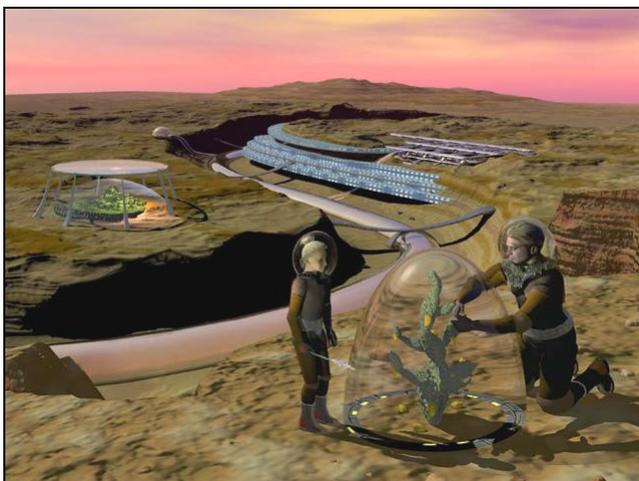
Finalement, les résultats obtenus sont les suivants : nous aurions besoin de 25 mines de minerais fluorés, de 3 usines productrices de C_3F_8 , de centrales nucléaires produisant un total de 5 000 MW), ainsi que d'un certain nombre d'usines annexes (sidérurgie, gros œuvre, usines chimiques, ...). A partir de ces chiffres, nous avons pu calculer que, sur les 20 ans que devrait durer l'exploitation des usines à effet de serre, le coût total serait de l'ordre de **700 milliards d'euros** (avec 100 000 personnes, emplois directs et indirects), dont 80 milliards sur la première année (chiffre décroissant au fil des années). Pour la communauté martienne, ceci devrait raisonnablement correspondre à un PIB d'environ 320 milliards d'euros (égal au PIB de la Belgique en 2004). Si on se réfère à la moyenne de l'évolution du PIB de différents pays nouveaux ou émergents (Israël, Croatie, Maroc, ...), dont la croissance pourrait être comparable à celle envisagée pour Mars, on pourrait dire que Mars devrait atteindre ce chiffre de 320 milliards environ 250 ans après la naissance de la communauté. Néanmoins, le cas extrêmement particulier de la Planète rouge fait qu'on ne peut réellement savoir quelle sera l'évolution de son économie. On peut malgré tout réfléchir à ce qui serait à même de créer des bénéfices. Certains pensent au tourisme spatial, d'autres à l'exploitation de brevets de découvertes faites sur Mars, ou à l'exportation de métaux rares (famille du platine), d'autres encore à l'opportunité de missions spatiales spécifiques conduites à partir de Mars.

Cependant, la terraformation nécessite plus qu'une bonne santé économique. Le contexte social a également une grande importance. En effet, si personne ne trouve d'intérêt à procéder à la terraformation, ou si la population martienne ne parvient pas à se mettre d'accord sur les priorités à envisager, ce projet risque de ne jamais voir le jour. C'est pourquoi il est nécessaire de se demander quelles situations sociales seraient à même d'accueillir une entreprise de cette ampleur.

De notre point de vue, l'un des éléments les plus importants concerne l'unification de la population martienne. A titre

d'exemple, on peut s'inspirer du réchauffement de la Terre. Ce problème, qui nécessite des actions concrètes et rapides afin que les dommages subis ne soient pas irréversibles, ne semble pas près d'être résolu. Ceci étant notamment dû au manque de lien et de cohésion entre les différents pays. Il serait donc plus efficace, plus simple et certainement indispensable que Mars ne constitue qu'une seule et unique nation. Or, il est possible que les premières bases scientifiques martiennes soient divisées selon leurs nations d'appartenance, comme c'est actuellement le cas en Antarctique. Dès lors, cela risquerait de compliquer un possible regroupement des populations martiennes vers une communauté unique.

D'ailleurs, il est tout à fait possible que chaque colonie se développe de son côté ; on pourrait alors se retrouver avec Mars scindée en états, ce qui reste la configuration la pire à envisager. En effet, plusieurs états impliquent plusieurs points de vue. Dans ces conditions la terraformation ne serait pas impossible mais difficilement réalisable, au même titre que les actions pour éviter le réchauffement de la planète Terre. Sans compter que cela favoriserait les conflits, qu'ils soient d'intérêts, politiques, religieux...



après la première phase, pression et température permettront de sortir sans scaphandre, mais l'oxygène fera encore défaut, obligeant à porter un respirateur et à se protéger des UV (image C. Kohlhasse)

Ainsi, le rassemblement de la population martienne semble primordial pour mener à bien cette entreprise. Mais bien d'autres barrières peuvent se mettre en travers du chemin de la réussite de ce projet. Notamment, les industriels qui se seraient implantés sur Mars n'auraient pas forcément de raisons de soutenir et d'encourager la terraformation. Pensons par exemple au traitement de l'air. Les martiens devront inévitablement vivre et respirer grâce à de l'oxygène produit par une entreprise. De même, les habitats seront chauffés par un industriel. Quel serait l'intérêt, pour eux, de terraformer cette planète ? Il y a fort à parier qu'ils feront blocage à la terraformation. Il y a aussi de fortes chances pour qu'une bonne partie de la population de Mars n'y soit présente que dans un seul but : gagner de l'argent pour retourner ensuite sur Terre. Agir de la sorte aurait forcément des conséquences néfastes pour le PIB martien, et on ne bâtit pas une nation sur des gens de passage.

Ont collaboré à ce numéro : D. Artus, M. Boulard, G. Dawidowicz, D. Guillaume, R. Heidmann, J.P. Martin, A. Souchier, J.P. Sibbille, F. Stévenin, S. Thénard

Achévé d'imprimer : Graphicoul' Eure 27200-Vernon

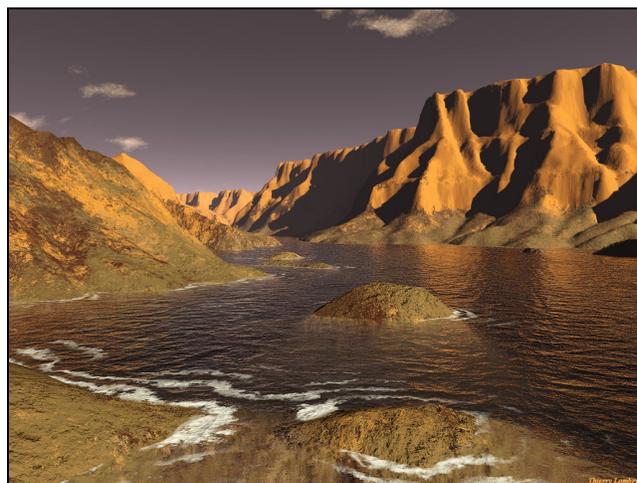
Dépôt légal : juillet 2008

Enfin, il y a bien évidemment les problèmes d'ordre éthique ou religieux : « Qui sommes nous, pauvres mortels, pour prétendre terraformer Mars et nous prendre ainsi pour Dieu, etc. ». Habituellement, ces discours sont tout de même surmontés (au bout d'un certain temps, il est vrai). Et s'il se trouvait qu'il existait de la vie sur notre planète voisine, même sous une forme bactérienne très primitive ?... Loin de nous l'idée de dire que ce serait dommage, mais cela pourrait être fatal au projet de terraformation ; nous serions des étrangers et nous n'aurions aucun droit de transformer une planète et par la même occasion de détruire sa biosphère. Mais cela reste un cas extrêmement particulier. D'ailleurs, nous devrions être fixés sur le sujet d'ici quelques décennies.

Il reste tout de même à noter une considération qui a son importance : la vie de l'Homme sur Terre. Si celle-ci devenait impossible (surpopulation, surexploitation, réchauffement, guerre nucléaire, etc.), l'humanité n'aurait d'autre choix pour sa survie que de rechercher une seconde chance sur Mars. Alors, la terraformation aurait toutes les chances de voir le jour.

Au final, ce n'est pas tellement la technique ni l'argent qui sont les facteurs déterminants pour la terraformation. En effet, le niveau technique nécessaire est pratiquement déjà atteint de nos jours (reste à améliorer le transport spatial), et les besoins économiques ne semblent pas si exorbitants à l'horizon envisagé. C'est donc bien l'aspect social qui met le projet en question. Si la société de Mars est semblable à la société terrienne, il y a peu de chance que la terraformation voie le jour... sauf si une catastrophe intervenait, obligeant l'humanité à survivre sur Mars. Le point critique est donc bel et bien l'Homme et son comportement. Aussi, une approche intéressante et qui paraît cruciale serait l'étude de la mise en place de la communauté. Ce serait une analyse mêlant à la fois la sociologie, l'économie et la technique ; après les réflexions menées, elle se révèle indispensable. Les conclusions de cette analyse pourraient très bien remettre en cause notre hypothèse de départ et par la même occasion l'ensemble des résultats de la présente étude.

**David Artus, Magali Boulard,
François Stévenin, Sylvain Thénard**



la première phase de la terraformation, envisagée dans cette étude, permettrait d'atteindre des températures positives, mais la fonte de l'eau du sol gelé serait un processus lent (image Thierry Lombry)