

**16^{ème} CONVENTION DE LA MARS SOCIETY
BOULDER (UNIVERSITÉ DU COLORADO), 15 AU 18 AOÛT 2013
SYNTHÈSE DES POINTS RELEVÉS**



Le magnifique campus de l'Université du Colorado, où se tenait la convention, dans les mêmes locaux que la convention de fondation de 1998. (doc. B. Segret)

LES FAITS MARQUANTS

-l'expédition logistique de préparation de la mission des 365 jours à la station arctique de la Mars Society s'est parfaitement déroulée et ouvre la voie à la poursuite de ce projet de simulation martienne inégalé ;

-la Mars Society soutient l'initiative de Dennis Tito, jugée ambitieuse (du fait de la date visée) mais capable « d'effacer les dragons des cartes de l'espace » ; elle lance un grand concours étudiants destiné à alimenter le projet en idées innovantes ;

-elle doute par contre de la crédibilité et de la faisabilité financière du projet MarsOne, dont elle reconnaît cependant l'attractivité ;

-le programme robotique de la décennie est finalement bien rempli, mais rien n'est fait pour éclaircir la situation du projet de retour d'échantillons, dont la NASA offre une vue inutilement complexe et mal adaptée ;

-deux environnements présentant ou ayant présenté des conditions d'habitabilité ont été identifiés, par Phoenix et Curiosity ; la recherche de signes de vie reste à accomplir, en premier lieu par ExoMars et MSL2020 ;

-l'épouvantail des radiations semble enfin devoir s'affaler, en particulier suite aux résultats de MSL et à la prise de conscience de la relativité du risque induit par rapport à l'ensemble des risques techniques ; il est difficile d'imaginer que cette question soit encore servie comme argument par les opposants à l'exploration ;

-à méditer, cette déclaration d'un anthropologue : le peuplement spatial ne sera pas une conquête, mais une adaptation de notre civilisation à l'évolution de son environnement, à considérer sur une durée de l'ordre de cinq générations.

Quelques positions exprimées par TMS

On a 80-85% de la technologie pour la mission.

L'ISPP est indispensable pour rendre le coût des missions acceptable, mais aussi pour rendre les missions plus productives (mobilité planétaire).

Space X développe le hardware qui rend possible de construire une mission légère (équipage de deux). Projet Falcon semi-direct. Évaluation coûts : 20 B\$ pour le développement, 2 B\$ par mission.

Question de la vie : tant qu'on n'ira pas sur Mars, on risque de ne pas savoir.

Mars365

Ce sera la simulation la plus réaliste jamais conduite. L'équipage devra vraiment réagir comme s'il se trouvait sur Mars, totalement isolé, sur un autre monde. Les conditions seront assez réalistes pour reproduire les difficultés psychologiques.

La mission logistique préparatoire de juillet a atteint ses objectifs. Elle a bénéficié du support essentiel – et bénévole – de deux avions et de leurs pilotes. La somme de transports et de travaux logistiques effectués en 15 jours est impressionnante. La 2^e phase de retrofit, en juillet 2014, juste avant le démarrage de la simulation, sera aussi très chargée.

La station FMARS a été trouvée en bon état. Sa structure s'avère incroyablement solide et thermiquement adaptée aux pires conditions hivernales (parois en nid d'abeille de fibre de verre). Les moyens de chauffage sont à redondance multiple ; ils utiliseront la récupération de la chaleur produite par les générateurs électriques. Les moyens informatiques et de communication ont été réactivés sans problème. Les stocks de nourriture et de fuel ont été accrus ; ils seront complétés lors de la mission logistique de juillet prochain.

C'est Carol Stocker, de NASA Ames, qui dirige le programme scientifique. Le team scientifique est plus étoffé que pour MDRS, et tire profit de l'expérience MDRS.



La station de simulation martienne arctique de la Mars Society, au-delà du cercle polaire, près d'un cratère météoritique, sur l'île de Devon. (doc. TMS)

Inspiration Mars

Dennis Tito a commencé sa carrière au JPL, où il a travaillé sur Mariner4.

Il veut changer la perception du public sur l'exploration de l'espace, en montrant que c'est accessible avec les moyens dont on dispose.

Ce projet est difficile, mais il faut l'entreprendre.

Il a acquis de la confiance dans la faisabilité, en ce qui concerne les trois principales difficultés techniques : vitesse de rentrée terrestre élevée, protection contre les radiations, architecture du système de vie (ECLSS). Mais le schéma de la mission est en lui-même très simple (minimum d'événements critiques).

Pour la rentrée, on veut limiter le flux thermique à 2 kW/cm^2 .

Les prévisions du risque radiations seront établies sur une base individuelle. Les déchets organiques (stabilisés) remplaceront la nourriture dans les murs antiradiations. La mission sera malheureusement en soleil minimum. Malgré cela, le risque est acceptable par l'équipage, d'autant plus qu'il est minime comparé à tous les autres risques techniques, opinion qui apparaît désormais largement répandue et acceptée.

Maintenir l'ECLSS fonctionnel est un challenge sérieux ; on choisira un équipage capable d'en faire la maintenance. Autre défi, la vitesse de rentrée de $14,1 \text{ km/s}$; beaucoup de travail fait ces 6 derniers mois, avec le centre Ames de la NASA, qui aide le projet.

L'ECLSS aura une masse de $5,6 \text{ t}$, dont $3,1$ de consommables. Son besoin de puissance en pointe sera de $5,1 \text{ kW}$. La nourriture sera très compactée (problème de volume). Mise en place en cours d'un moyen d'essai. Les tests commenceront en 2014 ; ils ont évidemment besoin d'être longs.

L'étude de conception initiale est terminée. L'interaction avec la NASA et les négociations pour son implication se développent rapidement. En fait, ils sont en cours d'une étude

d'architecture de 60 jours, qui doit persuader NASA de la faisabilité, puis le Congrès, en vue d'obtenir un financement complémentaire.

« This mission will put the dragons out of the map » : cette mission va effacer les dragons figurant sur les cartes. Belle image faisant référence aux monstres dessinés sur les mers inconnues des cartes de navigation d'autrefois !

La Mars Society organise un concours étudiants en soutien d'Inspiration Mars

Ce concours, doté de prix, dont un de 10000 \$, consistera à définir une mission type Inspiration Mars, mais en laissant ouverts les choix de trajectoire, de lanceur, d'architecture ECLSS, etc. mais en conservant 2 astronautes. L'étude doit inclure le plan de développement. Elle doit être conduite par des étudiants, qui peuvent cependant recevoir l'aide de non-étudiants. Les contributions (en anglais) doivent être rendues pour le 15 mars 2014.

Le but est, à l'occasion des résultats, de fournir à l'équipe d'Inspiration Mars d'éventuelles nouvelles idées permettant d'améliorer la projet. Il faut que ce soit des études détaillées. Question : une équipe d'étudiants peut-elle se limiter à l'étude d'un sous-système particulier ? Le process n'est pas prévu pour ça, mais on peut présenter des concepts innovants différents pour des sous-systèmes dans le contexte d'une étude d'architecture. A la limite, on peut conserver tout Inspiration et ne proposer du nouveau que sur un sous-système.

Il faut mettre des marges. Idée d'un design open source : ça n'est pas possible, l'équipe projet doit être sur la même page.



Robert Zubrin remet à Dennis Tito (à droite) et TaberMacCallum (au centre) le drapeau martien, en leur demandant de le faire voler autour de Mars ! (doc. TMS)

Infos sur la NASA

La NASA est contrôlée par les politiques, mais il s'y trouve beaucoup de « fans » de Mars. Mais il faut soutenir l'ISS (obligation internationale), au coût de 3 B\$/an. Ils ne veulent pas

utiliser des technos existantes sans aussi en développer de nouvelles. Pour Mars, ils travaillent sur ISRU (démonstrateur sur MSL2020), ECLS (le plus bouclé possible), EDL (bouclier rigide de 8m, décélérateur gonflable).

Les spécialistes de la SEP prévoient pour le vol vers Mars :

Cargo : 300 kW, 53 kg/kW (ensemble du vaisseau)

Equipage: 700 kW, 34 g/kW.

Départ d'une orbite elliptique haute. Divise l'IMLEO par 2.

Pour la mission de capture d'astéroïde, il faudrait 40 kW. Le représentant NASA défend la mission en nous indiquant qu'elle profitera à l'Homme sur Mars en tant qu'étape pour le développement de la propulsion électrique (solaire) de forte puissance...

EMC13

Robert Zubrin a annoncé EMC13 lors de son intervention de clôture.

Il y fera deux interventions, une sur Mars365, l'autre sur Inspiration Mars.

Missions robotiques à venir

Maven : chargée de déterminer la structure et la composition de l'atmosphère supérieure et d'étudier les mécanismes d'interaction avec le vent des particules solaires. Doté de 8 instruments. A partir de la connaissance de l'état actuel, il sera possible de remonter dans le temps, ce qui sera une contribution essentielle à l'établissement de l'histoire du climat martien. Lancement entre le 8 novembre et le 7 décembre 2013.

Insight : bien présentée comme une mission internationale (USA, France, Allemagne) ; rôle majeur du CNES, chargé du sismomètre (très sophistiqué) dont le responsable est Philippe Lognoné.

ExoMars : pas de représentant ESA pour la présenter. Mais évoquée à de nombreuses reprises.

Retour d'échantillons : beaucoup considèrent que l'argent n'est pas disponible pour cette mission, surtout avec la conception alambiquée de la NASA. D'autant plus qu'il faudrait en faire plusieurs... La Mars Society préférerait une conception plus simple, avec retour direct, permettant d'accomplir plusieurs missions moins coûteuses. La capacité démontrée avec MSL y suffirait. A noter que la NASA, après avoir abandonné son soutien à ExoMars, envisage de faire préparer par MSL2020 un lot d'échantillons à rapatrier ultérieurement, ce qui rend peu pertinente une opération identique par le rover européen...

CubeSat martien : notre collègue Boris Segret, du LATMOS (CNRS), a présenté un très intéressant projet de microsatellite CubeSat, qu'il propose en liaison avec un doctorant d'une université taïwanaise (Jordan Vannitsen, ancien membre de notre CA) et avec le soutien de notre association. Cette sonde, transférée vers Mars en « passager » d'une mission majeure, effectuerait des mesures de l'environnement radiatif sur une trajectoire avec fly-by permettant un libre retour (donc sans besoin d'une impulsion propulsive majeure). Les corrections de trajectoire seraient effectuées par un petit propulseur électrique, et les données retransmises au voisinage de Mars et au moment de retour vers la Terre (pour optimiser le bilan des transmissions). Un des défis est de concevoir un détecteur de radiations suffisamment miniaturisé. Ce projet pourrait être soutenu officiellement en tant que projet éducatif.

Il serait très intéressant d'envoyer un réseau de satellites, car le besoin de mesures simultanées en divers points a été exprimé, pour améliorer les modèles.



Boris Segret présente le projet de CubeSat martien. (doc. R. Heidmann)

Globalement, il est recommandé de mieux prendre en compte ce qui intéresse le public. La science en elle-même ne suffit pas. Deux grandes questions captent son intérêt : la vie est-elle commune dans l'univers ? Avons-nous un avenir dans l'espace ?


Mission habitée

Le compostage des déchets organiques par des vers est recommandé, mais nécessite une gravité ; il a été testé avec succès sur l'ISS. Les fèces doivent par contre être traitées à part, par des bactéries ; le résidu peut être utilisé pour les cultures. Le recyclage est un facteur essentiel pour la faisabilité de la mission.

La NASA travaille sur des démonstrations de traitement de l'atmosphère martienne (projets Marco Polo et APM (Atmospheric Processing Module) pour production de O₂ et CH₄ (et récupération de N₂). A noter une évolution : miner aussi l'eau ; Pioneer Astronautics a un contrat NASA sur ce sujet. En projet : tester ces technologies sur Mars avec un vaisseau « Red Dragon » proposé par SpaceX. Sur MSL 2020, la capture du CO₂ et la caractérisation de la poussière atmosphérique seront testées.

Un scientifique de l'Université de l'Utah présente ses études sur la descente de charges lourdes et conclut qu'on doit pouvoir atteindre une masse d'entrée de 30 tonnes, avec un parachute supersonique de 32 m de diamètre et un bouclier aérodynamique de 10 m ; ce résultat est parfaitement conforme à nos propres évaluations (J.M. Salotti).


En ce qui concerne la possibilité de réduire la durée des transferts (en particulier en passant à la propulsion nucléaire, Robert Zubrin rappelle que le choix de la durée de 6 mois permet le retour automatique en 2 ans en cas de problème. Du point de vue sécurité, il vaut mieux de toute manière allouer le gain de performances à une augmentation de la charge utile, permettant d'emporter plus de matériels de rechange, plutôt que de vouloir diminuer la dose de radiations de 15%...

Entry Systems for Human Mars Missions 

- **1970's Viking era technology is "broken" beyond MSL-sized spacecraft**
 - Rigid aeroshells constrained by launch shrouds cannot provide enough surface area to slow down a human-scale Mars lander (40,000 kg, 8 x 8 x 20 m)
 - Parachute technology (size and material) is too limited to apply
 - Can only access 30-40% of Mars—need to land below "sea level"

STMD is investing in entry system to enable Human Mars missions

Hypersonic Inflatable Aerodynamic Decelerator (HIAD)




- Inflatable tori with overlaid Thermal Protection System
- Flight tested at 3 m scale (IRVE-II.3)
- ~TRL 4 for human scale

Both systems are folded for launch and deployed before Mars entry, providing the essentially rigid aerodynamic surface and heating protection needed for hypersonic deceleration, at a scale of 25-30 m.

Both systems can be used on robotic exploration missions at 6-10 m scale.

Adaptive Deployable Entry and Placement Technology (ADEPT)



- Mechanically-deployed structure with carbon fabric "skin"
- Ground test of 6 m in FY16
- ~TRL 2 for human scale

TODAY: 4.5 m lands 900 kg

FUTURE: 25 m lands 40,000 kg

Deux des axes de développement technologique pour la descente atmosphérique : des boucliers gonflables ou déployables. (doc. B. Segret)

Développement du vaisseau Orion

Présenté par Mark Geyer, chef du programme.

Il souligne que le Service Module est fourni par l'ESA, ce qui est la première concrétisation de la coopération internationale dans l'exploration humaine.

Premier vol habité en 2021 seulement pour des raisons budgétaires.

Le vol de 2014 ne permettra que 84% de la vitesse de rentrée lunaire.

L'atterrissage au sol aurait été possible, mais aurait été plus lourd (airbags).

Orion est capable de missions de 21 jours.

Dragon diffère en particulier sur la vitesse de rentrée, le volume, les exigences de fiabilité.

Orion pourrait être utilisée pour l'ISS, mais surdimensionnée et plus chère, donc il est prévu d'utiliser les vaisseaux développés dans le cadre COTS.

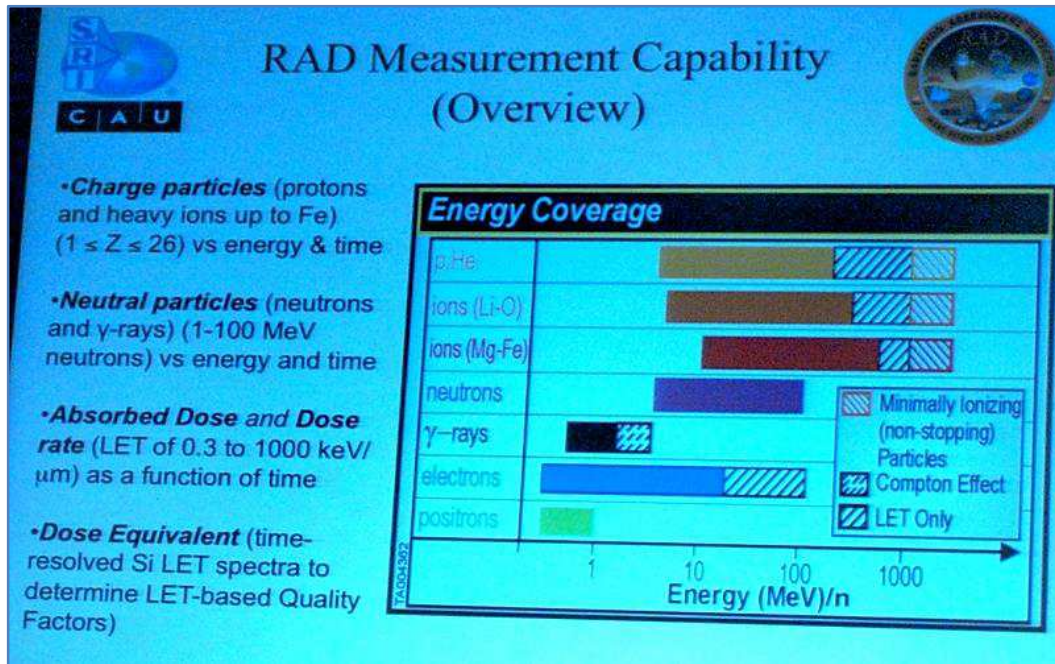
Ampleur du programme : 600 personnes chez Lockheed et 400 à la NASA.

Radiations

L'instrument RAD de Curiosity a analysé les particules chargées, neutres et les gammas, durant le transfert (simulation de l'intérieur d'un vaisseau) et au sol. Durant le transfert, le flux solaire à l'intérieur est réduit de plusieurs ordres de magnitude, mais un événement solaire exceptionnel, tel que celui de 72, nécessiterait une protection spécifique (concept d'abri). La dose GCR cumulée est trois fois celle de l'ISS, mais sans tenir compte de protection spéciale.

Sur la planète, l'effet de l'atmosphère est plus important pour les SPE (faibles énergies). Robert Zubrin évoque l'utilisation des matériaux martiens pour constituer un écran. Explication du fait que dose au sol = 1/2 dose en transfert : parce qu'en transfert, l'instrument RAD est dans le vaisseau, qui procure un écran, alors qu'au sol il est exposé directement. La dose réelle dans l'habitat martien serait donc en fait moindre que celle mesurée.

Robert Zubrin indique que les doses citées dans son livre étaient voisines. Il dit aussi que les documents d'origine attribuent à ces doses un risque de 1%, et que c'est la NASA qui en a déduit (en prenant des marges) 3%. De plus les effets ne sont pas linéaires. Pour lui, les résultats RAD confirment les résultats précédents, alors que la presse a dit que ces nouveaux résultats étaient plus alarmants. Grâce à RAD, les évaluations vont être plus précises et la prise de marges destructrices injustifiée.



Les capacités de l'instrument RAD, en termes de spectre d'énergie couvert en fonction de la nature des particules, ainsi que de conversion de l'énergie absorbée en dose effective estimée, par le biais du facteur LET (LinearEnergy Transfer). (doc. B. Segret)

Robert Zubrin souligne, malgré les 2% de risque statistiquement constatés dans les vols de Navette, que les volontaires ne manquaient pas, et que la NASA a endossé le risque ! Or, d'après lui, il est peu probable qu'une mission puisse être conçue avec moins de 10% de risque.

Conclusion du présentateur, Don Hassler, l'un des grands spécialistes de la question : il faut relativiser ce risque par rapport à l'ensemble des risques techniques ; les radiations ne condamnent pas la mission, il faut néanmoins approfondir notre compréhension du risque (ndlr : notoirement en ce qui concerne les effets biologiques).

En matière de mesures préventives, Paloma Pharmaceuticals a présenté son développement de sa molécule P529, qui augmente la survie des cellules et protège des dommages aux chromosomes (50 à 77% de réduction des dommages). Agit aussi pour les maladies neurodégénératives.

Habitabilité et vie : où en sommes-nous ?

Mars avait initialement de l'eau en abondance ; c'est devenu un désert gelé.

Curiosity, qui examine l'habitabilité dans une région particulière, a déjà répondu positivement pour une époque lointaine (4 milliards d'années ?). Il a entre autres trouvé des traces d'écoulements relativement puissants. Ses forages ont jusqu'ici montré :

- l'absence de matériaux organiques : on aurait au moins dû trouver ceux d'origine météoritique ; les matériaux organiques ont été détruits ;
- la présence de perchlorates ;
- des composés de S et de Fe à la fois oxydants et réducteurs ;
- 20% d'argiles.

Phoenix a par ailleurs découvert un environnement (glace du sous-sol) qui serait habitable :

- présence de $MgClO_4$, capable de former un eutectique liquide à $-60^\circ C$ (ClO_4 est métabolisé par beaucoup de chemautotrophes terrestres) ;
- présence de calcite, impliquant l'interaction entre le sol et l'atmosphère.

Les régions polaires sont en moyenne plus chaudes qu'actuellement, du fait de l'inclinaison variable de l'axe des pôles ; de l'eau liquide peut se former certains jours.

En ce qui concerne la recherche de vie, on va utiliser la technique des « microassays », avec l'instrument SOLID, déjà testé avec succès dans un environnement analogue. Sa sensibilité est de 1 à 2 ppb pour les peptides et les protéines. Mais MSL2020 est conçu pour la détection de biosignatures (passées), pas de la vie... Cette question est en cours de discussion.

A noter qu'ExoMars utilisera un autre instrument, car l'équipe espagnole impliquée dans SOLID n'a pas été retenue.

Un autre instrument décisif est le foreur, dont ExoMars devrait réaliser une première en forant jusqu'à 2 m. La NASA travaille de son côté sur le projet Icebreaker, adapté aux sols gelés. Le forage est indispensable pour la recherche de vie actuelle, car les GCR détruisent la vie si elle se trouve en mode dormant (dans de la glace) :

- à 2m : durée de vie : $6,5 \cdot 10^5$ ans
- à 10 m : $6,5 \cdot 10^8$ ans
- à 20 m : $2,2 \cdot 10^9$ ans.

Exploitation des ressources astéroïdales (Société PlanetaryResources)

Ils justifient l'économie des ressources astéroïdales principalement par l'expansion des activités dans l'espace (ce qui est quand même moins irréaliste que d'imaginer un commerce vers la Terre).

600000 astéroïdes ont été détectés, dont 10000 géocroiseurs.

Ressources exploitables selon eux :

- eau (pour propergol et oxygène)
- autres gaz
- métaux précieux (pour la Terre, et l'espace ?)
- métaux industriels (pour l'espace).

Ils affirment que ces ressources peuvent être rendues commercialement accessibles. Mais il ne le démontre pas ! Ils ambitionnent un fly-by dès 2017. Ils veulent engager le public et y sont déjà parvenus en levant plus de 1,5 millions de \$ en moins de 15 jours !

Mars One (Bas Lansdorp)

Présentation du projet par Bas Lansdorp, son fondateur. La Mars Society lui accorde peu de crédit en matière de faisabilité, tout en constatant son fort impact médiatique. Un tiers à la moitié de l'assistance se déclare prête à un voyage sans retour, et 100000 candidatures ont été déposées. Les candidats qui seront retenus seront testés dans des missions simulées.

Première mission robotique en 2016 ! Rover en 2018 pour reconnaître un site. Lancement des premiers colons en 2023...

Les développements seront confiés à des sociétés aérospatiales.

Financement :

- micro dons récurrents de la population générale
- gens fortunés
- investissements dans la filiale de vente aux médias
- brevets (recyclage, matériels médicaux...)

Question sur le coût que représentent la conduite de programme et l'intégration. Il en a conscience mais ne donne aucun chiffre.

Financement long terme : il n'est pas inquiet. Question de Boris Segret sur ce point essentiel de la faisabilité réelle du projet : comment peuvent-ils garantir aux partants que le programme ne sera pas interrompu faute de financement, les condamnant à une mort certaine ? Réponse : en dernier ressort, les États ne manqueront pas de venir à leur secours...

Je pose deux questions éthiques :

- permettra-t-on d'avoir des enfants avant d'avoir vérifié la viabilité d'embryons ?

Réponse : non, pas d'enfants avant d'avoir fait ces investigations ;

-comment traitera-t-on les personnes âgées qui ne pourront bénéficier de la médecine terrestre ? Réponse : on les traitera comme autrefois ; en fait, on fera un retour en arrière...

Projet d'une International Mars University

Présenté par Michael Bosch, membre fondateur allemand.

Motivé par le fait que l'exploration de Mars constitue un support pluridisciplinaire et motivant pour un cursus d'étudiants se destinant au spatial, à l'aéronautique mais aussi à d'autres branches comme l'automobile.

L'idée serait de fédérer des disciplines dans différentes universités, sans créer une université en propre (ce qui différencierait le projet de l'ISU). L'Arctic University, avec ses 130 instituts participants, est cité en exemple.

A noter qu'il n'a pas retenu les sciences touchant aux aspects humains !

Sociologie de l'émigration spatiale

Intéressant développement par Cameron Smith, anthropologue de l'Université de Portland.

Pour lui, il faut penser à l'horizon de 5 générations, pour que les transformations se produisent. Les notions de progrès, de destin ou de travail acharné sont, de son point de vue, inaptes à entraîner et à prédire un avenir spatial ; ce sera un phénomène purement évolutif (d'adaptation). Cependant, l'évolution du comportement de l'espèce humaine n'est plus gouvernée par le génome, mais par la culture principalement. De ce fait, l'évolution sera incomparablement plus rapide qu'une simple réponse adaptative du génome.

En résumé : le peuplement spatial ne sera pas une conquête, mais une adaptation.

Séance de clôture

La 17^{ème} convention pourrait avoir lieu à Houston (où se trouve le Johnson Space Center) ou à nouveau à Boulder, car c'est le berceau de Maven.

Robert Zubrin, considérant le développement des classes moyennes et, corrélativement, du nombre de milliardaires, les initiatives telles que celles de Tito, de Musk ou de Bigelow vont se multiplier et conduire à bousculer les agences. Nous entrons dans une ère différente, où les perspectives du vol vers Mars commencent à s'élargir et à s'accélérer. Le temps est venu !

Richard Heidmann